DOCTEUR LOUIS CHAUVOIS
Lauréat de l'Institut et de l'Académie de Médecine

D'ARSONVAL

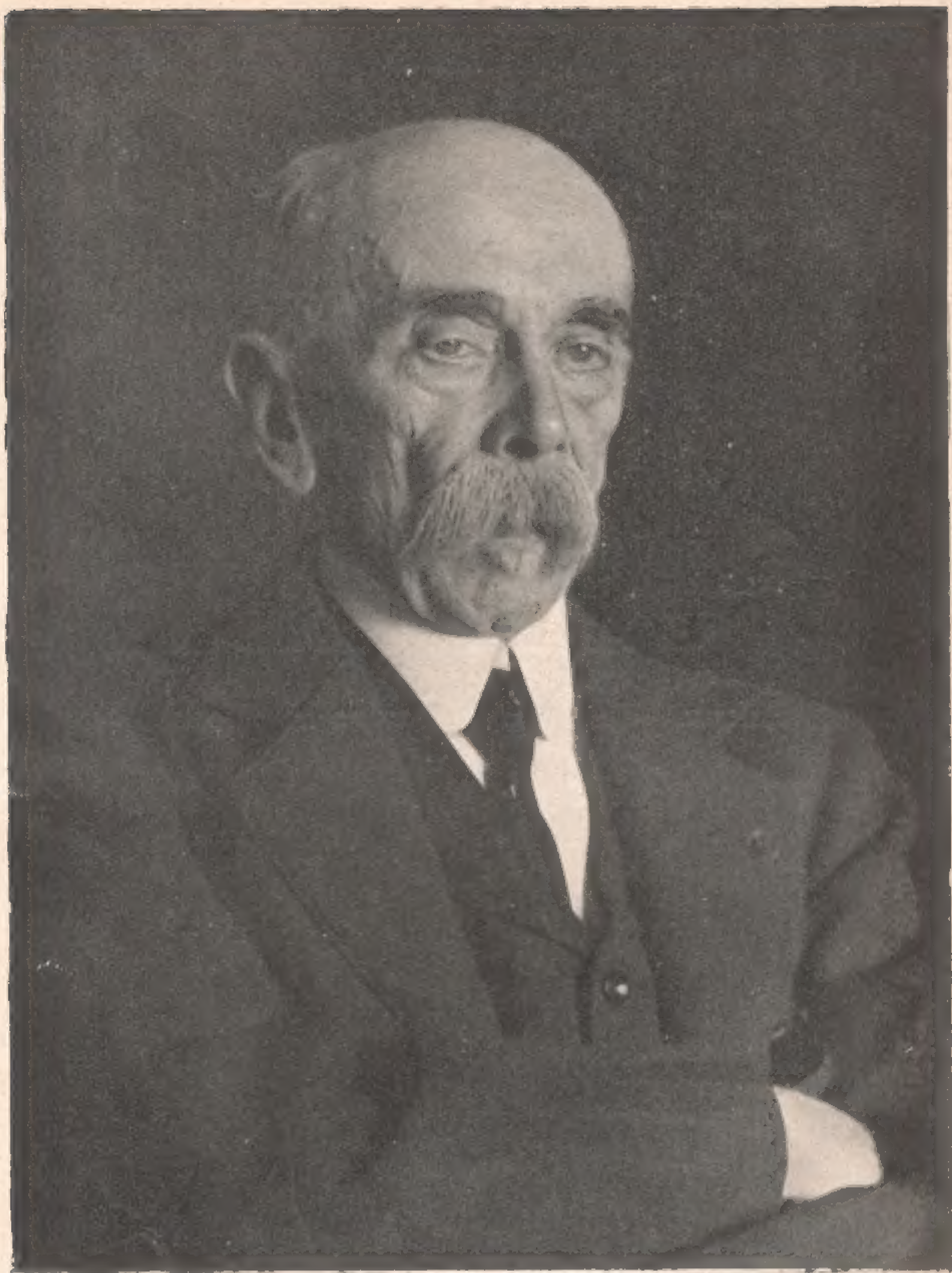
Soixante-cinq ans à travers la Science

D'après P.-M. DAMMANN

ÉDITIONS J. OLIVEN
PARIS

D'ARSONVAL

Soixante-cinq ans à travers la Science



Le Professeur D'ARSONVAL lors de son Jubilé Scientifique (1933).

DOCTEUR LOUIS CHAUVOIS
Lauréat de l'Institut et de l'Académie de Médecine

D'ARSONVAL

Soixante-cinq ans à travers la Science

Νόσος ἡττήθη ζῆται
Le mal sera vaincu

ÉDITIONS J. OLIVEN
65, Avenue de la Bourdonnais, 65
PARIS

Il a été tiré de cet ouvrage :
10 exemplaires sur Japon impérial, numérotés de 1 à 10 ;
90 exemplaires sur papier teinté, numérotés de 11 à 100 ;
900 exemplaires sur papier surglacé, numérotés de 101 à 1000.

N° 231

Cet ouvrage a été déposé à la Bibliothèque Nationale en Juillet 1937.

EN RESPECTUEUX HOMMAGE
A MADAME D'ARSONVAL
DONT LE CŒUR ET LA PENSÉE
ONT SERVI CETTE GRANDE
GLOIRE

AVANT-PROPOS

> « Il faut entrer dans les idées des autres, si l'on veut retirer quelque profit des conversations et des livres. »
>
> JOUBERT. *Pensées.*

CE LIVRE EST, *avant tout, le fruit — le « butin » d'abord dissimulé — des passionnantes conversations, et, à l'occasion, des non moins passionnantes expériences que, depuis quelques années, nous a values, chaque dimanche, l'habitude consacrée de notre visite à M. d'ARSONVAL, ou encore les jours de vacances passés auprès de lui en Limousin.*

En élaborant ensuite, dans le recueillement, la « substantifique moelle » de ces conversations, et en la gardant en des feuillets secrets, peu à peu a grandi une documentation dont, au bout du compte, il nous a paru que nous n'avions pas le droit de ne pas faire partager à d'autres le bénéfice — ces souvenirs d'un Maître qui a vu tant de choses, et les a encore si présentes, constituant, nous a-t-il semblé, un « patrimoine » qu'on ne pouvait laisser perdre.

Quand nous nous sommes ouvert à M. d'ARSONVAL de cette documentation et de notre tentation de la publier, nous avons

finalement pu faire prévaloir notre projet et triompher de sa modestie longtemps en rébellion, en lui déclarant que la situation qu'il avait acquise dans la Science faisait qu'il ne s'appartenait plus. Alors il a bien voulu nous promettre de contrôler « les faits » de notre rédaction, et, d'ailleurs, s'il n'eût tenu qu'à lui, celle-ci se fût bornée à la simple énumération de ceux de sa vie intéressant les Sciences, sans aucun commentaire.

Mais, à moins de se réduire à n'être qu'un « chronologiste » purement énumérateur des actes et des écrits relevés dans la vie du « biographié », à faire, en un mot, plutôt de la bibliographie qu'une biographie véritable, aucun auteur écrivant d'un homme qu'il a connu et approché n'a jamais pu — après avoir accompli son premier devoir de rassembler objectivement le plus possible de faits — s'empêcher de marquer à leur occasion les idées générales qu'il estime s'en dégager. Car cela aussi fait partie de l'Histoire que d'exprimer l'atmosphère « vécue », les impressions perçues dans le milieu qu'on a fréquenté. Aucun non plus qui n'ait eu à opérer, dans la masse souvent considérable des documents réunis, un tri, donc : un choix et un classement, pour rendre son histoire plus digeste, et, par le fait même de ce choix, n'ait été amené à colorer son récit de sa propre mentalité.

Or, rien n'était plus nécessaire — et au surplus rien n'était plus délicat — que ce tri et cette coordination dans l'œuvre immense *de M. d'ARSONVAL. Et si les « spécialistes » en chacune des branches auxquelles il a touché pourront vraisemblablement nous reprocher de n'en point avoir épuisé le sujet, du moins voudront-ils bien reconnaître que nous nous sommes efforcé à souligner cette diversité, et même à la faire paraître autant que la nature et le but de ce livre destiné à un public non spécialisé le permettaient sans risque d'obscurcir et d'étouffer l'ensemble. « Il ne faut pas qu'un arbre cache la forêt. »*

On verra encore que ne pouvant toujours suivre, au jour le jour, le savant Protée dans les incessantes et instantanées pro-

ductions de son esprit, lesquelles faisaient, de ses découvertes et de ses communications, comme un feu d'artifice éblouissant, du moins nous avons tenté de relier tous les faits « essentiels » par le lien unitaire, mais caché, qui au fond s'y trouve, à y bien regarder. Et ce lien, c'est la doctrine instinctivement perçue par lui dès l'origine de ses travaux, et depuis solidement établie, qu'il faut aller chercher le « fin du fin » de la structure même de la matière et de toutes ses manifestations : chaleur, lumière, etc... dans ce mystérieux domaine : l'Electricité dont il établissait l'intervention jusque dans les réactions vitales de nos tissus et de nos organes. La découverte moderne, dans le monde de l'atome, *des « électrons » et autres « constituants électriques » partout maintenant décelés et reconnus — et peut-être même, aux origines des choses, la première manifestation de la matière — a montré combien cette intuition comportait de fondement.*

Un autre effort tenté par l'auteur — et qu'il exprime d'ailleurs dans le sous-titre : « Soixante-cinq ans à travers la Science » — aura précisément été de jeter quelque clarté sur l'évolution des différentes branches des Sciences Physiques et Naturelles en notre temps, à l'occasion d'un Savant qui leur a apporté une telle contribution. Il a pensé que c'était peut-être là « bien servir » un but qui a toujours été un des principaux objectifs de l'activité de M. d'ARSONVAL : donner aux « non initiés » et surtout aux « jeunes » qui veulent s'aventurer dans le dédale quelque peu obscur, broussailleux, et, à l'entrée, quasi indéchiffrable de ces Sciences, une facilité de s'y reconnaître — en leur en offrant, par le truchement d'une vie qui s'y prête si bien, comme une révision et une histoire de leur enchaînement.

Et c'est en raison de ce but « avoué » qu'on excusera l'auteur de s'être parfois volontairement *attardé à rappeler des points de départ essentiels à* connaître *pour qui veut* comprendre, *comme ces notions de la chaleur animale et de l'électricité pro-*

duites par les tissus vivants, ou encore des réactions de ceux-ci à l'électricité qu'on leur communique, comme aussi les origines et les lois fondamentales des ondes hertziennes et de la Haute Fréquence après la Basse Fréquence, ou encore les commentaires sur le clavier des ondes électro-magnétiques et sur les rayonnements : toutes choses qui se rattachent si directement à l'œuvre de d'ARSONVAL. Et si vraiment nous avions réussi à coordonner et rendre plus clair cela, on voudrait bien alors en rapporter le mérite au fait que ces commentaires n'ont guère été que la transcription des enseignements tombés de la bouche de celui qui a toujours été, par la luminosité de son esprit et de sa parole, un enseigneur hors pair.

C'est aussi par raison de simple transcription jalousement observée, qu'on découvrira à tout instant, au milieu des hauts et graves exposés que nous venons de dire, ces fusées anecdotiques — voire : « humoristiques » — dont le Maître sait si à propos éclairer pareils sujets, reposant ainsi l'esprit de l'auditeur et l'illuminant tout à coup par un fait plaisant, *lequel est alors véritablement le « clou » qui fixe en l'esprit* le fait scientifique *à propos duquel il a été sorti. M. d'ARSONVAL a été mêlé à tant de choses, il a connu tant d'hommes, il en a recueilli et collationné, par une tournure naturelle de son esprit, tant d'anecdotes, qu'à tout instant sa conversation passe ainsi — et sans quitter son sujet — du sévère au plaisant. Et c'est ce qui en fait le charme* légendaire. *Nous devions donc abondamment récolter ces anecdotes, comme il était encore, dans notre rôle d'historien, de relater, avant sa vie scientifique proprement dite, les détails pittoresques de ses hérédités, de sa famille, de son enfance, de sa jeunesse... toutes choses conditionnant et expliquant, par ses origines et débuts, l'évolution d'une pareille existence. Nul d'ailleurs n'a mieux su, en véritable homme de Science, en faire la part que M. d'ARSONVAL lui-même et on verra, dans le cours de ce livre, avec quel esprit !*

Peut-être enfin n'est-il pas inutile pour le lecteur que nous invoquions en ce début — et comme justification de notre entreprise — les circonstances qui nous valurent, il y a plusieurs années déjà, l'indulgente bienveillance du Maître ? Ce fut à la suite de la publication — un peu audacieuse — de nos commentaires sur la Machine Locomotrice Humaine vue de son « sosie-locomoteur » d'aujourd'hui : la Machine Automobile, et sur les concepts nouveaux qui en découlent concernant l'ordre et la logique de notre Circulation Sanguine et l'interprétation de nos Systèmes Nerveux. Plus ouvert que quiconque à l'originalité des idées neuves et personnelles, M. d'ARSONVAL voulut bien nous accorder, devant notre manuscrit : POUR COMPRENDRE NOS SYSTEMES NERVEUX, l'immense honneur d'en écrire la préface — cependant que son ami le Professeur LAUBRY nous faisait pour notre : « CIRCULATION DU SANG : SCHEMA NOUVEAU » la même faveur. Devenu, à la suite, le visiteur fidèle et le confident particulièrement favorisé d'un si grand esprit, nous confessons que nous n'avons jamais eu à beaucoup exercer envers lui — peut-être dirait-il malicieusement : « contre lui » — notre rôle de médecin et que c'est bien plutôt de ses quatre-vingts années et suivantes que nous avons toujours emporté jeunesse et activité. Nous n'en profitions que mieux de ses souvenirs aimablement retracés à l'occasion de ces visites pseudo-médicales. En écoutant une parole aussi claire, nous nous efforcions seulement de la suivre et de la bien comprendre et si quelque sévère Zoïle relevait, en quelque endroit de notre récit, lacunes ou inexactitudes, alors nous demanderions qu'on nous appliquât le : « traductore-traditore » en ces occasions que nous espérons du moins, par l'effort apporté à cette rédaction, avoir rendues aussi rares que possible.

En terminant cet avant-propos, nous voulons remercier tous ceux encore dont nous avons reçu aide, conseil et documenta-

tion dans la lourde entreprise que nous avions tentée et qui, plus d'une fois, vu la complexité du sujet, nous a laissé découragé. Ce fut, au premier chef, Mme d'ARSONVAL, si bonne et si accueillante et qui, ayant suivi depuis les débuts les travaux de son mari, a bien voulu égrener pour nous de précieux souvenirs. Ce furent encore les vieux Amis même de M. d'ARSONVAL, et ceux-là qui survivent de ses collaborateurs de la première heure, et les constructeurs ingénieux qui réalisèrent ses premiers appareils et les continuent encore aujourd'hui. Et puis : ses illustres Elèves français et étrangers, ses Collègues des Académies, voire ses Camarades d'enfance et de collège dont il reste encore quelques-uns. On trouvera tous ces noms rappelés au cours de l'ouvrage, mais nous devons, ici, une mention spéciale à notre confrère limousin, le Dr DELHOUME, maire de Pierre-Buffière, l'auteur d'une importante biographie de Dupuytren, parue en 1935, à l'occasion du centenaire de la mort de ce grand chirurgien, son compatriote. Il nous a aidé de son expérience du livre ; de l'amitié née de ce travail, je tiens à lui marquer ici un témoignage particulier.

Pour nous, ayant conçu — comme nous l'avons laissé entendre — de ne jeter qu'une vue d'ensemble sur une vie si remplie, et d'en surtout souligner les étapes et liaisons dans l'ordre des questions scientifiques, nous aurons volontairement délaissé maints détails d'ordre privé, familial ou régional, qui fussent sortis de notre but. On les trouvera un jour rapportés par notre confrère en un livre qu'il élabore actuellement sur de nombreuses notes et correspondances et sur des souvenirs oralement recueillis.

Et maintenant, traçant le : « Habent sua fata libelli », je souhaiterais pourtant que « l'alliage » que j'ai tenté, à la Science aussi exactement rapportée que possible, de la couleur et de la

vie *dont a su par son « humour » l'animer l'illustre Savant, rendît de cet ouvrage la lecture agréable et qu'au bout en demeurât aussi, pour le lecteur, quelque instruction et profit.*

Dr L. CHAUVOIS.

Paris, le 1er juin 1937.

CHAPITRE PREMIER

OCTOBRE 1936

L'ALERTE ET SPIRITUEL SAVANT DE 85 ANS

SOMMAIRE

Visite à la ruche encore féconde du Laboratoire de Physique-Biologique à Nogent-sur-Marne. — L'homme d'aujourd'hui ; son cadre et sa vie actuelle. — Un fin causeur. — Du Laboratoire au Foyer. — Les reliques du passé. — Les horizons d'avenir qu'ouvre aussi la conversation de M. d'ARSONVAL. — Les caractéristiques de son génie.

Voyage avec l'illustre vieillard en son pays natal le Limousin : le domaine de La Borie. — Un après-midi avec le Maître dans la Maison de son enfance et chez ses compatriotes. — Propos d'un soir au fil des campagnes parcourues avec le Magicien de l'Electricité. — Quatre-vingt-cinq années à ressusciter.

« On peut avancer longtemps dans la vie sans y vieillir. »

JOUBERT, *Pensées*.

SITUONS-NOUS DONC, en ce début d'automne 1936, au premier étage du « *Laboratoire de Physique-Biologique des Hautes Etudes* » (1) (*annexe de la Chaire de Médecine du Collège de France*). Telle est en effet la mention officielle du lieu où nous voici transportés pour y décrire le Maître que nous cherchons.

Or, nous ne sommes nullement à Paris, comme on pourrait le supposer, dans l'une de ces bâtisses galeuses et lézardées qu'évoque trop facilement le nom d'un laboratoire universitaire ! Ce qui d'ailleurs n'empêche pas d'admirables besognes de s'y accomplir, l'ingéniosité et la valeur de nos Savants ayant toujours suppléé au maigre confort de leurs installations.

Mais, pour cette fois, nous sommes presque en pleine campagne, bien qu'à la porte de Paris, puisque à Nogent-sur-Marne, à quelques kilomètres seulement de la capitale, et sur la lisière Est

---

(1) Le Laboratoire de Nogent-sur-Marne rattaché aux « Hautes Etudes » — cette remarquable création de VICTOR DURUY pour venir en aide aux chercheurs indépendants et qui est alimentée par un budget spécial de l'Instruction Publique — fut spécialement « voté » en 1909 par les Chambres pour M. D'ARSONVAL. Celui-ci abandonna alors son précédent laboratoire de la rue Claude-Bernard, dont les terrains étaient affectés à l'agrandissement de l'Institut Agronomique, et c'est d'après ses plans mêmes que fut édifié le Laboratoire de Nogent sur des terrains appartenant au Muséum d'Histoire Naturelle et contigus au Jardin Colonial.

du bois de Vincennes. Là, au 49 *bis* de l'avenue de la Belle-Gabrielle, s'encadre, dans le bois même, au milieu d'un jardin pris sur lui, un grand bâtiment quadrilatère de trois étages, en briques et meulières (fig. 1). Construit en 1910, il a vaguement ressemblance à un observatoire météorologique. Au fond du jardin, en effet, le corps principal nous offre en saillie deux tours, dont la plus lointaine, mince, élancée, pentagonale, monte tout d'un trait jusqu'au toit et s'y termine par une terrasse pourvue de quelque chose qui ressemble à un *anémomètre*. On devine d'ailleurs tout de suite qu'en cette tourelle de briques l'architecte a dû loger l'escalier desservant toute la maison.

En premier plan se présente une autre avancée, celle-ci : courte, massive, carrée, élevée d'un étage seulement. La trouant, une grande baie vitrée, derrière laquelle un familier de la maison va tout de suite chercher la silhouette du Maître qui souvent s'y profile ; car c'est là son bureau de travail.

De cette première avancée à l'autre, la courtine de la façade, percée, elle aussi, de grandes baies derrière lesquelles on aperçoit d'étranges et mystérieuses machines de physique.

Après avoir franchi la grille, signalés au passage par le timbre (électrique bien entendu) trahissant tout visiteur, laissons-nous aller, en traversant le jardin, au charme de son silence et de son recueillement. Admirons aussi, en ce début d'automne, la pourpre d'une vigne-vierge enveloppant la façade et qui se confond presque, à cette époque, avec la brique du bâtiment. N'étaient ces larges baies, claires et comme curieuses de regarder au dehors, qui mettent en ce visage de pourpre de grands yeux scintillants, cela donne vraiment, sous le soleil vif de ce jour, à qui a vu Marrakech, une sensation reçue là-bas, devant l'un de ses grands bastions flamboyants en pisé rose.

Mais nous voici au palier du premier étage. Là nous attend, à la coupée du bâtiment, le Maître à qui nous a signalé le timbre de l'entrée. Il est habituellement coiffé de la fameuse casquette cycliste (fig. 3), que connaissent bien ses familiers et qui est pour eux un peu comme une casquette de Père BUGEAUD — car elle en a vu de toutes les couleurs sur cette tête en ébullition continuelle et se penchant sans cesse curieuse sur le mystère des expériences. Par le type-coiffant qu'elle représente elle fait resurgir une époque bien déterminée : 1880 à 1900 et l'on devine tout de suite qu'il l'adopta aux temps glorieux de la bicyclette, dont il fut un des premiers « pédalants », comme ensuite il fut un des

premiers automobilistes, et au surplus : un des premiers en tout ce qui est « action en avant ».

De suite, à travers les trois grandes salles aux machines phy-

Fig. 1. — Demeure du Professeur D'ARSONVAL, à Nogent-sur-Seine, près Paris. Les deux fenêtres de l'avancée sous terrasse éclairent le bureau du Maître.

siques (fig. 2 en haut), il nous emmène au Saint des Saints : je veux dire, à son cabinet de travail.

Mais : l'homme tout d'abord ! Rien d'un vieillard de 85 ans, tel que l'on est accoutumé à se le représenter. Certes, il dut être autrefois plus fort, moins « amenuisé », mais il ne put pas être plus droit. Certes encore, l'âge lui a donné cette pâleur et cette sorte de transparence dont il marque ceux qu'il prolonge jusqu'à la dernière vacillation d'un flambeau très lentement consumé. Mais quelle vivacité encore dans le regard ! Et que de lumière dans ce clair visage accueillant et souriant ! Avec aisance il nous précède jusqu'à la dernière pièce, jusqu'au bureau, abside de ces « nefs » peuplées de machines fantômes parmi lesquelles nous avançons. Un visiteur accoutumé ne les traversera pas sans aller d'instinct chercher du regard, devant l'une de ces grandes baies, l'établi garni d'outils soigneusement entretenus (fig. 3). Précisément, voici aujourd'hui, entre les mâchoires serrées de l'étau, une pièce de cuivre au polissage. Elle a tout récemment éparpillé sa poussière rougeoyante sur les objets voisins et la lime, momentanément délaissée à côté, indique que l'ouvrier de 85 ans qui la forge, méditant quelque nouvelle invention, en reprendra tout à l'heure le façonnage. Cela n'est-il pas comme le symbole de l'éternelle jeunesse et activité qui demeure en ce vieillard !

Nous voici rendus. Mon Dieu, que de choses en ce bureau-bibliothèque (fig. 5) ! Mais comme tout cela est en ordre et cadre bien avec la netteté, la propreté, l'élégance même qu'on note en la personne du Maître et dans son habillement toujours très soigné. De ces premières impressions, il ressort que sa vie dut être tout à la fois prodigieusement active et parfaitement méthodique.

C'est assis d'angle à sa table de travail qu'il reçoit ses visiteurs. Souvent mâchonnant un « senorita » dont il regarde graviter les volutes, il vous entraîne dans une conversation qu'il anime de science et d'esprit, de pittoresques souvenirs et d'aperçus nouveaux (fig. 5). Aussi sont-ils nombreux ceux qui, malgré sa retraite, le viennent souvent voir : vieux Amis ou Collègues des Sciences, de la Médecine, de l'Industrie, de la Politique, des Lettres et des Arts, dont quelques-uns sont presque aussi réguliers et exacts que l'était jadis M. DE CHATEAUBRIAND à l'Abbaye au Bois ; disciples de tous les âges, car on n'a pas professé 60 ans sans toucher à plusieurs générations ; étrangers attirés par sa mondiale réputation !... Et les heures passent avec lui sans qu'on en sente le poids, dans le charme d'un conversation que ranime sans

Fig. 2. — En haut (au premier), une des grandes salles avec au fond la porte par où on accède au bureau.
En bas (rez-de-chaussée), pièce aux machines en contiguïté avec les garages.

cesse sa prestigieuse mémoire. Dans ce long périple d'années, il connut et fréquenta, en effet, à peu près tous ceux qui ont laissé un nom dans tous les domaines de l'activité intellectuelle, de la vie scientifique ou sociale. Et sur nombre de ces personna-

Fig. 3. — Le Professeur d'Arsonval à son établi.

lités il rapporte d'amusantes anecdotes, pleines de bonhomie et d'humour, que nous retrouverons par la suite.

Puisque je viens de parler du tour que prend la conversation quand elle s'engage avec M. d'Arsonval sur un sujet quelconque, en recevant tantôt une élévation et tantôt une finesse de remarque, voire de malice, qui toujours situent exactement le problème, je m'en voudrais de ne pas raconter l'une d'elles —

entre mille — parce que très typique de ce que je viens de dire et d'une grande portée générale.

Elle s'échangeait ce jour-là entre le Maître et le Professeur LAUBRY, la question étant venue : de l'opportunité des études

Fig. 4. — Dans l'une des grandes salles du Laboratoire, le Professeur D'ARSONVAL faisant fonctionner son premier appareil de Haute Fréquence tel qu'il l'inventa en 1890.

dites « classiques » et en particulier « latines » dans la formation des élites ayant qualité pour diriger et orienter la Science dans les voies du progrès et de l'élargissement des « valeurs humaines ». Et M. D'ARSONVAL, soulignant d'une part les dons naturels et spontanés que doivent présenter de tels esprits, et

d'autre part la culture la plus propre à les développer, s'exprimait ainsi : « La marche en avant de la Science a toujours été le fait d'intuitifs et d'imaginatifs ayant du coup d'aile et de l'envergure. Pour être un grand savant, il faut d'abord être un grand sensible, et au fond : un artiste, pour ne pas dire un poète, c'est-à-dire : quelqu'un capable de deviner intuitivement ce qui demeure caché aux autres, ces liens mystérieux qui lient des phénomènes en apparence sans rapport pour les yeux bornés. A de telles qualités naturelles, et en les élargissant, notre admirable culture classique de jadis ajoutait encore l'habitude de la *mesure dans le grand*, du contrôle dans les envolées, par l'intervention alors du jugement précis et de la raison équilibratrice. Voilà les deux qualités fondamentales, en apparence opposées, en réalité complémentaires, dont l'union fait l'esprit idéal : voyez CLAUDE BERNARD. »

Pour être un grand savant, il faut d'abord être un grand sensible, un artiste, presque un poète, mais doté d'une grande culture générale et capable de se contrôler : quelle leçon !

Mais je n'oublierai pas non plus la bellé réponse de LAUBRY, en pleine communion avec celui qui venait de prononcer ces paroles : « Comme c'est vrai, mon cher Maître, et je l'ai senti au moins une fois dans ma vie ; c'est lorsque, pendant des vacances de Pâques, mes fenêtres grandes ouvertes sur ma chère Bourgogne, il m'advint d'écrire le livre de clinique médicale qui, dans mes quelques travaux, est, j'en conviens, mon préféré : mes « Symptômes fonctionnels des maladies du cœur et des vaisseaux ». Si peu de rapport apparent qu'il y eût entre ce que j'écrivais et ce que je voyais, je me sentais comme transporté, voire inspiré, par l'admirable spectacle que la Nature renaissante déroulait devant moi, par son élan, mais aussi son équilibre que notre culture classique m'avait, je pense, appris à mieux sentir et à mieux goûter, m'amenant inconsciemment sans doute à les vouloir transposer sur le sujet différent que je poursuivais. Oui, je crois aussi que la noblesse et l'élégance données à l'esprit par la fréquentation de nos jeunes années avec les Maîtres Penseurs du passé, et avec leur langage, sont pour lui une discipline irremplaçable. »

Et pour donner maintenant un autre aspect — cette fois malicieux — qui si souvent fuse dans la conversation de M. D'ARSONVAL, jugeant son temps et les hommes, voici une fin de dialogue avec lui sur ces révélations sensationnelles en Sciences,

Fig. 5. — Le Professeur d'Arsonval se prêtant aux questions de l'auteur dans son bureau-bibliothèque.

Arts, Lettres ou Philosophie qui, de temps en temps, franchissant leurs frontières, viennent faire connaître aux pauvres Français des points de vue qui sont chez eux souvent depuis longtemps... monnaie courante et ne leur sont donc nullement inconnus : « Mais, mon pauvre CHAUVOIS, relisez donc l'histoire de DE ROMAS et de son cerf-volant prospecteur de l'électricité atmosphérique ; de DE JOUFFROY D'ABBANS, premier inventeur de la navigation à vapeur ; de CHARLES CROS et de son pli cacheté à l'Académie des Sciences, mais décacheté dans une « Revue » et décrivant le phonographe avant la lettre, et vous serez tout à fait édifié sur la pauvreté de la pensée en France et sur notre insuffisance notoire à rien découvrir ! »

Ni la mémoire, ni l'esprit ne manquent, on le voit, en de telles conversations, dont malheureusement il ne nous est pas possible de relater toutes les merveilleuses glanes que, par devers nous, nous conservons — encore qu'on en retrouvera bon nombre d'autres dans les Souvenirs çà et là reproduits au cours de ce volume.

Si nous devions aussi, au moyen de ses Lettres, souligner cet esprit d'à-propos, ces fusées malicieuses, pétillantes de bon sens et de fins jugements sur les personnages et les choses du temps, nous n'aurions que l'embarras du choix. Tout lui est occasion pour, d'un trait juste et toujours d'ailleurs sans méchanceté, « dégonfler » quelque outrecuidante prétention et rire, comme riaient MONTAIGNE ou RABELAIS, de la « paonnerie », nous a-t-il dit souvent, « qui ne sait pas voir que les quelques réussites que peuvent avoir certains hommes, ils ne les doivent au fond qu'aux circonstances qui les ont bien servis ».

Tardivement et à regret on se retire, en retraversant les salles qui évoquent un cabinet de Faust. Quand le permet la santé de la Maîtresse de Maison, les visiteurs amis sont conviés à monter au second la saluer, et c'est alors l'entrée dans un autre domaine, celui des appartements particuliers tout radieux de distinction et de bon goût. M^me^ D'ARSONVAL, dont la figure amaigrie brille toujours d'intelligence et de bonté, a fait de ce lieu un cadre où il doit faire bon se reposer de la tension d'esprit dépensée au premier étage et promener le regard sur mille objets-souvenirs, distrayants et évocateurs.

Plusieurs bustes du Maître à différentes époques font comme des pages d'histoire et des dates de vie qui se succèdent quand

on passe d'une pièce à l'autre. Le « type » s'y reconnaît d'ailleurs le plus aisément du monde, depuis les premiers, les plus anciens — c'est-à-dire les plus jeunes — jusqu'au plus récent, car, à part plus de plénitude autrefois dans le visage, les traits n'ont pas sensiblement changé. Et puis, aux murs de chaque pièce, tout un concerto de portraits dédicacés et qui semblent en conversation avec le D'ARSONVAL de l'endroit — portraits souvent multi-répétés de vieux amis : des *Claude Bernard*, des *Brown-Séquard*, des *Paul Bert*, des *Cailletet*, des *Marey*, des *Tripier*, etc... dont, en sortant, on a l'impression que les lèvres se délient quand les vivants ne troublent plus leur solitude. Dans tous les cas, pour le vivant qui habite là et s'y enferme seul certains jours avec ses pensées, ce doit être une rêverie bien prenante que de promener ses regards sur ses images et d'écouter monter en lui tant de voix du passé !

Et puis, si — ascensionnant d'un étage encore — vous suivez le Maître dans ses « combles », vous y verrez, soigneusement rangée et classée, une bibliothèque de plusieurs milliers de volumes et brochures, « réserve intellectuelle » accumulée depuis soixante ans et qui vous synthétisera la variété des études et lectures parcourues.

Mais, puisqu'il veut bien nous y convier aujourd'hui par une exceptionnelle faveur, redescendons avec lui en son bureau ouvrir et suivre avec piété le manuscrit original de L'INTRODUCTION A LA MÉDECINE EXPÉRIMENTALE, avec la grande, forte et sereine écriture de BERNARD, avec ses ratures, voire avec ses pages inédites et d'une philosophie si poignante. Et voici que M. D'ARSONVAL ouvre un tiroir, et là il nous montre avec émotion le premier « glycogène » tiré du foie par CLAUDE BERNARD ; les premiers essais de fermentations alcooliques sans ferments vivants qui préoccupèrent les derniers mois de sa vie ; toute la collection des poisons du curare avec encore un faisceau des flèches empoisonnées venues de l'Amazone et qui servirent à les préparer.

En quittant la Maison et avant de retraverser le jardin, ne manquons pas non plus de nous arrêter devant le grand portail ouvert au rez-de-chaussée, et qui donne vue sur les garages et ateliers de « gros œuvre », pour y glaner encore des souvenirs (fig. 2, en bas).

C'est, en effet, beaucoup plus curieux que l'on peut le supposer, car là, entre autres choses, derrière une automobile

quelconque et moderne, on découvrira un singulier « tacot », ayant quelque chose comme quarante ans d'âge et qui fut un des premiers à courir sur les routes de France. Il se place tout à fait à l'origine de l'automobile, vers 1892, et représente, ni plus ni moins, qu'un des premiers essais retravaillés et mis au point par M. D'ARSONVAL lui-même, aidant avec LEVASSOR aux timides débuts de la grande « Star » de notre temps. Tout « tacot » et tout « ancêtre » qu'elle soit, la vaillante petite machine de 1892 s'affirme et se pose un peu là. A côté, une camarade plus conséquente : la 1120... c'est son numéro et non le nombre de ses chevaux ! Plus grande et disposée en fourragère — nous allons voir pourquoi — elle porte, elle aussi, le « capot » et la « queue de vache » (entendez : le volant) caractéristiques des toutes premières voitures... C'est avec cette voiture ancêtre, spécialement aménagée pour cela, que M. D'ARSONVAL promena, dans ses conférences à travers la France sur la Haute Fréquence naissante, le groupe électrogène grâce auquel il pouvait la produire, car, à cette époque, on ne trouvait presque nulle part de distribution d'électricité.

Si vous insistez même tant soit peu jusqu'à l'indiscrétion, M. D'ARSONVAL, avec son extrême complaisance coutumière, vous sortira lui-même la 1120 et lui fera faire le tour du jardin. Mais il vous dira, au retour, préférer cependant la grande voiture moderne qui est là, celle qu'il prend et conduit encore quelquefois lui-même pour aller en son cher Limousin — (450 kilomètres au volant à 85 ans, ce n'est pas trop mal !) — ou encore pour venir à Paris aux nombreuses Sociétés ou Commissions où il est appelé à siéger, etc.. Disons ici en effet, pour achever la physionomie de ce jeune vieillard, qu'il est membre très assidu des « lundis » de l'Académie des Sciences, parfois même des « mardis » de l'Académie de Médecine ; qu'il ne manque guère les réunions du Conseil du Collège de France où l'honorariat, datant pour lui de 1930, lui a laissé sa voix consultative à la demande de tous ses collègues ; qu'il remplissait encore tout dernièrement les fonctions de Président de la Société de Biologie ; enfin, comme nous le disions tout à l'heure, qu'il est un conseiller technique toujours écouté pour nombre d'autres Sociétés : Air Liquide, Soudure Autogène, Compagnie Générale de Radiologie, Electro-Céramique, etc.

Cette digression faite à propos de voitures aperçues dans le garage et qui sont pour quelque peu dans cette extraordinaire

activité, revenons donc aux sous-sols pour dire qu'on découvrira encore, dans leurs ombres (fig. 2, en bas), d'infernales machines à faire des électricités de toutes sortes : lumière et force à tous les degrés et qui furent construites par le magicien du lieu ; d'autres encore dignes d'entrer dans l'Histoire et de prendre place au Musée des Arts et Métiers. Telle cette primitive « LINDE » à liquéfier l'air et de laquelle GEORGES CLAUDE partit vers 1900 pour faire beaucoup mieux. Ce que fut cette épopée de la liquéfaction industrielle de l'air avec recherches, espoirs, découragements, reprises pendant près de trois ans, nous le dirons plus loin en parlant de celui qui demeure l'un des élèves les plus chers à D'ARSONVAL. Mais si la « LINDE » a été ramenée là, du laboratoire de la rue Claude-Bernard, c'est qu'elle représente le souvenir émouvant d'une collaboration dans laquelle le Maître soutint toujours son élève, applaudissant à ses trouvailles, le stimulant, et dont est sortie toute cette industrie moderne que M. D'ARSONVAL appelle : la série CLAUDE. De la liquéfaction de l'air, devaient sortir en effet : la préparation de l'oxygène et de l'azote, donc la soudure autogène, les explosifs à oxygène liquide, la synthèse de l'ammoniaque et la fabrication industrielle des engrais, la préparation des gaz rares et l'extraordinaire développement de l'éclairage moderne par luminescence. Encore une fois, nous assisterons plus loin à ces années de travail, mais il n'était pas déplacé de saluer ici, au passage, la petite machine — souvenir qui donna à GEORGES CLAUDE ses premières inspirations.

En nous en allant, songeur, comme chaque fois qu'on quitte cette Maison, nous nous demandons si c'est encore assez d'avoir montré, en une rapide esquisse de maintenant, ce qu'a pu être l'esprit sans cesse en travail du Maître et si nous l'avons assez bien caractérisé dans l'heure présente par ces quelques rappels du passé.

Or, voulant apporter à la rédaction de ces notes une rigoureuse exactitude, nous estimerions ne pas l'avoir fait si nous ne rapportions pas les « anticipations de futur » qui de temps en temps fusent dans sa conversation.

Combien de fois, revenant le dimanche de ma visite hebdomadaire, consacrée par plusieurs années d'habitude, et souvent en compagnie d'illustres visiteurs, comme le Professeur PORTIER, le Professeur LAUBRY, ou mes amis les Docteurs DAUSSET, KOPACZEWSKI, MOLINÉRY, DUJARRIC DE LA RIVIÈRE,... tant d'autres encore

dont les noms se retrouveront en cours de ce livre, n'avons-nous pas échangé ces propos :

« Il a vu tant de choses qu'il a peut-être bien le droit de préjuger de l'avenir. »

Et rien ne saurait peut-être en rendre mieux compte que le rappel d'une conversation, précisément un dimanche échangée entre l'éminent chef du Service physiothérapique de l'Hôtel-Dieu (1) et le Créateur de la Physiothérapie même.

Après un tour d'horizon et d'histoire sur l'électricité médicale — et aussi sur l'électricité industrielle — d'aujourd'hui, il nous faisait entrevoir, dans le domaine de l'industrie, la réalisation future (« prochaine » même, disait-il) des transports de force et de lumière par ondes de haute fréquence et toute la révolution industrielle qui s'ensuivra « en motorisation » et en « éclairage ». Il nous parlait de ce « combustible », ou plutôt de cette énergie solaire et cosmique, qu'au jour de l'épuisement des réserves houillères ou pétrolières du sol — et sans doute avant — l'ingéniosité de l'homme demandera au ciel !

Et, dans le domaine de la médecine, nous expliquant de quelle façon il interprète qu'agissent dans l'organisme les ondes courtes actuellement à l'ordre du jour, il nous pronostiquait la possibilité vraisemblable d'agir électivement, par leur sélection opportune, sur tels ou tels ordres de tissus ou de glandes, d'en modifier les équilibres humoraux et les états électriques, peut-être de pénétrer jusqu'aux plus délicates d'entre nos cellules : les « cérébrales » et d'agir sur les troubles mentaux. « Nous n'en sommes encore, nous disait-il, qu'à l'A. B. C. de ces ondes et de leurs effets. »

Certes d'aucuns, qui manquent peut-être d'étoffe et d'envergue, lui ont reproché d'être trop « réceptif » et trop « intuitif », d'accueillir trop facilement les « idées neuves », et d'en « créer » lui-même. Or, il y a, dans cette forme de l'esprit de M. D'ARSONVAL, non seulement le *fonds instinctif* de sa nature même : la curiosité, mais encore *une méthode* bien réfléchie et voulue et qu'il a héritée de CLAUDE BERNARD : « Ne rien rejeter *a priori*

---

(1) Depuis l'époque où ces lignes furent écrites, nous avons eu la douleur de perdre notre cher ami DAUSSET, dont on trouvera plus loin la belle figure, au centre d'une photographie prise à l'Hôtel-Dieu, dans son service, que M. D'ARSONVAL était venu visiter.

comme impossible ou absurde. Accueillir une idée nouvelle comme contenant peut-être un ferment de vérité, *mais la soumettre au dépouillement de l'expérience.* » Et c'est, nous dit M. D'ARSONVAL, par de telles « intuitions » et de tels « emballements contrôlés » que la Science a tracé son chemin.

C'est là aussi la raison des encouragements que les jeunes ont toujours rencontrés en lui, ces jeunes de qui, à l'exemple encore de BERNARD, il s'est toujours bien gardé d'étouffer l'originalité et la personnalité, les laissant au contraire partir la bride sur le cou, mais sachant au moment voulu prendre les rênes, tirer sur les mors quand la direction devient fausse, voire alors, comme il a dû le faire certaines fois, désabusé, se séparer du récalcitrant. Mais c'est aussi parce qu'il n'a jamais voulu adopter devant une idée nouvelle l'attitude (d'ailleurs bien plus commode, car elle dispense de chercher) du NON *a priori* que D'ARSONVAL aura eu tant de fécondité personnelle et aura suscité autour de lui, en tant d'élèves, d'autres si merveilleuses fécondités.

Ainsi, aurons-nous déjà beaucoup appris, même du seul point de vue : Histoire et Méthode des Sciences, au cours de cette visite à Nogent, et l'évocation, en son domaine actuel, de l'actif et savant vieillard qui y travaille chaque jour, aura créé, n'est-il pas vrai, comme un besoin de connaître le « curriculum » de sa vie en la prenant à ses débuts.

*
* *

Et pourtant, avant encore d'y arriver, il nous semble utile, indispensable — après cette évocation que nous venons de faire de la vie actuelle, au Laboratoire de Nogent, du Maître de tant de grandes choses — d'en offrir immédiatement une autre et dont le contraste ne manquera pas, nous l'espérons, d'originalité, ni d'intérêt.

Prenant le train ou l'auto, nous allons nous laisser emporter, un jour d'été, si vous le voulez bien, le regard perdu à travers les glaces de notre véhicule, vers une campagne qui — après les horizons immenses et dorés de la Beauce et de la plaine orléanaise, après les boqueteaux naturels de bouleaux et de saules ou les grandes pinades, depuis 60 ans plantées, de cette autre plaine très plate : la Sologne — nous offre tout à coup la grâce et la variété d'ondulations sur lesquelles, cette fois, se

mettent à s'associer les champs et les bois. Comme si, après l'exclusivité égoïste de leurs empires séparés en Beauce et en Sologne, ils avaient concerté de se fondre en une harmonie infiniment plus charmante à l'œil. Et maintenant voici le damier des champs jaunes et des prairies vertes et, en cette saison, surtout « grises » du foin mûri et parfumé, damier serti des haies feuillues, et, de-ci, de-là, pointé d'une brève mais orgueilleuse futaie de châtaigniers ou de chênes, en fraternité avec leurs voisins : les champs et les prairies.

Cela : ces ondulations variées, aux étages qui montent vers l'horizon circulaire lui-même tracé d'une ligne onduleuse, cela c'est le Limousin commençant, avec son charme infiniment prenant, ses ruisseaux cascadant des coteaux et s'en allant creuser leurs lits, parfois très profonds, au bas des ravins boisés, mais pour s'étaler et s'attarder bientôt plus complaisamment dans les grasses prairies et près des champs qui hument cette fraîcheur. C'est le Limousin, avec la légèreté de son air diaphane, la griserie de ses parfums, ses croupes se profilant sous un ciel habituellement gai et lumineux, qui, même lorsqu'il se couvre, ne le demeure jamais bien longtemps, se refusant à garder la morne grisaille continue des ciels des contrées nordiques ou des pays d'Armor.

C'est pourtant là encore, comme dans le sol breton, un fonds granitique solide et têtu et qui représente, avec la Bretagne, le Plateau Central et le Morvan, les premiers surgis des eaux préhistoriques. Mais ici, dans ce Centre, le ciel, équilibré et apaisé derrière les eaux retirées et devenues plus lointaines, a horreur des grands contrastes et des violences brutales que les Océans donnent habituellement aux terres riveraines. Comme celui que chante RONSARD pour la Touraine, il s'est fait, ce ciel limousin, sage et caressant, et il déverse sur les ondulations terriennes la sérénité d'une âme apaisée et qui, ayant passé le temps des printemps exaltés et des étés violents, ne veut plus être qu'un habituel automne quiet, reposé, enchanteur.

C'est le « Haut-Limousin » qui, ensuite, ira au Sud se fondre progressivement dans les « causses » arides et chauds du Bas Pays, vers le Midi commençant, là où les terres calcaires succédant au sol granitique et siliceux donnent au paysage un caractère si différent, tant par l'aspect du sol que par celui de la végétation. Mais nous nous arrêtons avant cette transition, en plein cœur du Haut-Pays, en bordure du Mont-Gargan (fig. 6) que

nous venons d'apercevoir, ou plutôt qu'un autochtone nous aura signalé avec fierté — et un accent si particulier (prononcez : « le Monn' Gargagn ») — et qui est, bien évidemment, l'orgueil de ses compatriotes. C'est la plus haute « mountagnne », nous dit-on, sinon du Limousin, du moins de la Haute-Vienne, mais qui a l'esprit et la discrétion de n'être pas trop haute (730 mètres) et de ne pas écraser les autres ondulations, ses voisines. Pour nous, il

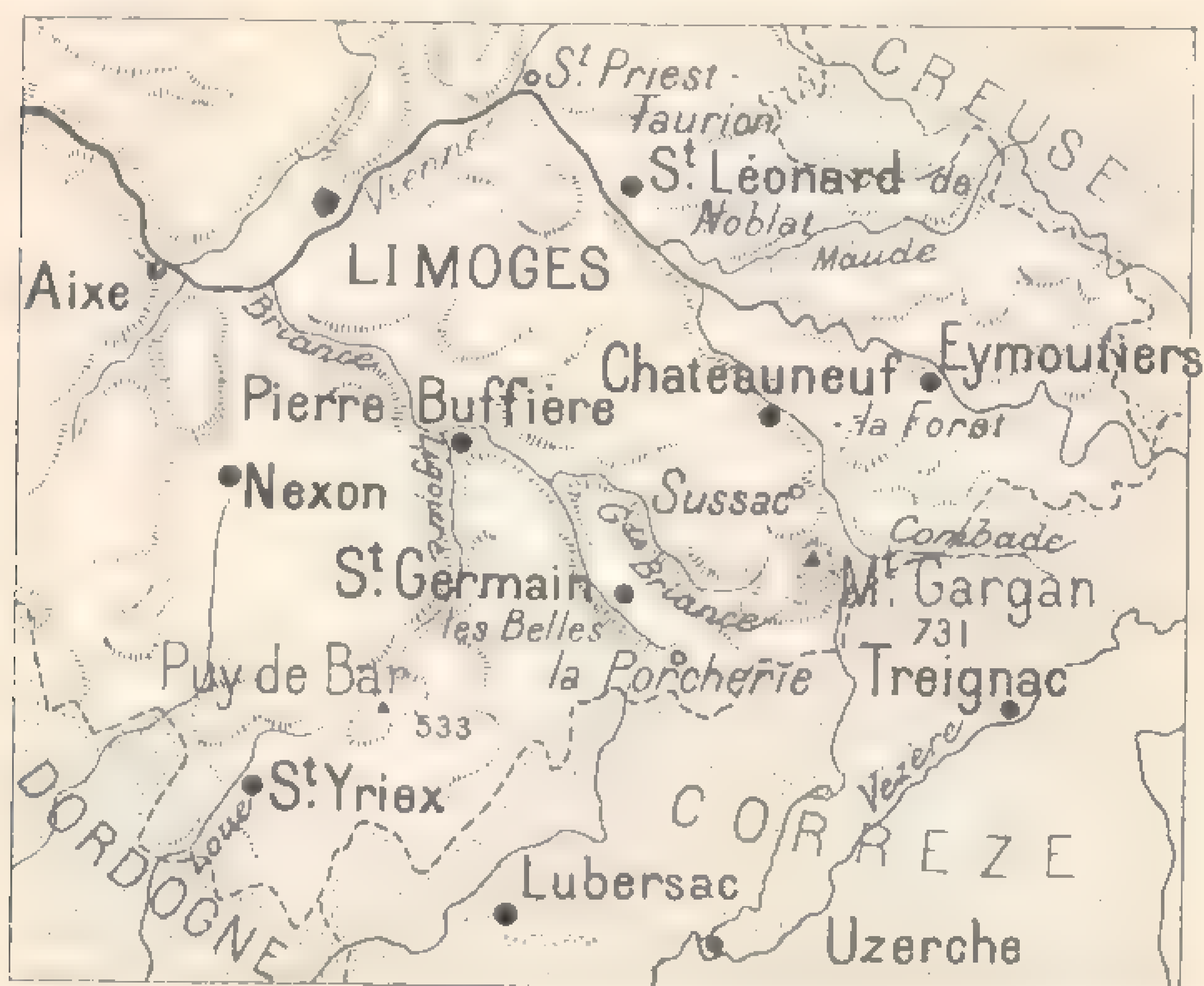


Fig. 6. — Carte du pays natal : quadrilatère Sud-Est du département de la Haute-Vienne, flanqué de ceux de la Creuse et de la Corrèze. On y pointera tout spécialement les localités de La Porcherie où est né M. D'ARSONVAL ; de Pierre-Buffière, patrie du Chirurgien DUPUYTREN et du Physiologiste LAGRANGE ; de Limoges où naquit et de Sussac où mourut l'Anatomiste JEAN CRUVEILHIER ; de Saint-Léonard-de-Noblat, où naquit le Physicien GAY-LUSSAC ; enfin, dans le département voisin de la Corrèze, Uzerche, patrie du Chirurgien Baron BOYER, qui fut chirurgien de NAPOLÉON Ier.

ne s'en distingue même, au fond, que par une petite chapelle qui couronne sa gracieuse croupe arrondie et si évidemment accessible. Nous voici donc sur des vallonnements qui en sont tributaires, tels les plis inférieurs d'une robe déployée, et nous arrivons à un petit tertre, au milieu de bien d'autres, un tertre que domine une pointe de clocher rassemblant autour de lui une centaine de maisons et chaumières et qui sont comme le pou-

tailler du coq de ce clocher. Nous apprenons par une pancarte en entrant que cette agglomération s'appelle « La Porcherie ». On prend, au carrefour inévitable et classique de toute petite bourgade, un brusque à-gauche et — passant devant une Mairie-Maison d'Ecole qui porte sur une plaque de marbre le nom du Maire qui la fit construire : « A son illustre Compatriote, le Docteur D'ARSONVAL, Membre de l'Institut. Hommage de la commune de la Porcherie » — nous atteignons, après quelques centaines de mètres, une grande allée jalonnée de vieux chênes et qui s'enfonce vers une propriété entrevue à travers leurs fûts et branchages. Nous nous engageons en cette allée ombreuse, ayant à notre gauche, à l'ouest, des prairies et, par delà, grâce à une large échappée, le tertre de la petite Eglise, qui se profile lui-même là-bas sur un frère « occidental » du Gargan, le « Puy de Bar » (décomposons bien : *le-Puy-de-Bar*, comme prononcent orgueilleusement les autochtones de la région). A notre droite, la vue est au contraire arrêtée par une haute futaie de chênes et de châtaigniers cachant complètement l'Orient.

On atteint ainsi une avant-cour de ferme avec, à droite, un « Clos » ceint de murs et que surplombe de haut un grand bâtiment blanc (fig. 7) au toit fortement incliné, comme on les faisait jadis, un bâtiment qui, tout de suite — à la différence des femmes — confesse son âge. Pour que nul n'en ignore, il le porte inscrit sur la façade sud que nous verrons tout à l'heure : D. 1831. P., ce qui signifie : construit par D'ARSONVAL (Pierre) en 1831. Dans le mur qui encercle le « Clos », s'ouvre un porche, un porche sans cintre, fait de deux colonnes granitiques carrées et où le temps a laissé s'agripper d'abondants lichens. On entre ainsi dans la propriété par un terre-plein, au pied du pignon ouest de la grande maison, terre-plein qui ensuite s'en va se dérouler tout au long de la façade sud : immense surface blanche aux innombrables ouvertures, portes ou fenêtres, cadrées de granit et qui s'enfuit, en une perspective de quarante mètres environ, jusqu'à l'entrée du potager.

Bientôt, dans cette façade, quelques marches donnent accès dans le vestibule où c'est, tout de suite, la vieille grande maison bourgeoise d'autrefois, aux plafonds hauts, traversés de poutres en chêne ou châtaignier, avec, à droite du vestibule, la grande cuisine dallée de cailloux ronds, le ventre énorme de sa cheminée et la brochette de ses décorations en cuivre, régulièrement étagées au long d'un panneau qu'elles illuminent. Elle donne,

cette cuisine, sur une longue salle à manger aux perspectives de celle d'un évêché quand s'ouvre, aux fêtes carillonnées, l'appartement de réception d'un prélat gourmand. Et puis voici — par delà cette longue salle surveillée de droite et de gauche par des portraits de famille des époques Louis XIV et Louis XV — une petite porte ouverte au fond et qui offre aperçu sur un atelier, mon Dieu ! un peu de « serrurier de village » ! On y aperçoit

Fig. 7. — La maison natale de LA BORIE, près de La Porcherie (Haute-Vienne) (façade Sud).

de bizarres machines qui semblent attendre que leur constructeur vienne les réveiller de leur sommeil. Enfin, par la porte de l'atelier, la vue amorcée du jardin.

A gauche du vestibule, l'entrée de ce qui était autrefois le grand salon et qui, depuis, a été divisé en deux chambres pour les commodités de l'habitation, lorsque le désir de ménager les forces avec l'âge fit décider de descendre les « chambres de Maîtres » au rez-de-chaussée.

J'ai visité, un après-midi d'été, avec le propriétaire, cette maison de son enfance. J'ai parcouru ces grandes salles ; j'ai

goûté avec lui, dans la vaste cuisine, à l'antique table des métayers et assis sur les longues bancelles qui la flanquent : un goûter fait de tartines de pain de seigle, vêtues d'une grasse couche de fromage blanc, le tout arrosé d'un cidre fameux. J'y ai écouté avec émotion les souvenirs de son enfance. J'ai monté le vaste escalier de chêne et châtaignier qui, du vestibule, donne accès au premier et j'ai vu l'enfilade interminable du couloir aux innombrables chambres, qui, au temps jadis, se peuplaient de tant d'amis. J'ai même gagné le grenier « où se tenaient, nous dit M. D'ARSONVAL, les repas de 300 personnes aux noces des métayers », le grenier où il était si amusant, pour le petit gars d'alors, d'organiser avec ses jeunes amis, les jours de pluie, d'extravagantes parties et d'y réaliser d'étranges « mécaniques », dont on retrouve encore en tous les coins des « souvenirs », sous forme de rouages hétéroclites, témoignant d'un extraordinaire génie d'invention. J'ai, des fenêtres, laissé mon regard se promener au nord et au sud sur l'horizon. Au sud surtout, parce que là, au bas de la terrasse qu'occupe en son milieu une fontaine coulant toujours et qui est la source même de la « Petite Briance », se développe une prairie par delà laquelle on retrouve la châtaigneraie aperçue à l'entrée, et parce que le Maître m'a montré de loin, dans cette futaie, une toute petite chapelle cachée, et m'a dit : « C'est là que ma Femme et Moi nous devons reposer. » Et ces mots si simplement prononcés m'ont rendu soudain étrangement absent. J'ai difficilement caché l'émotion pieuse qui m'a étreint et l'impression de gène que m'a causée l'idée soudaine qu'un jour viendra où tant de clarté d'esprit, tant de lumière de l'intelligence, tant de vivacité du regard prendront le masque de l'éternel silence. Bien vite, j'ai gagné le jardin, puis remonté à l'opposé le champ au bout duquel, au nord, on aperçoit le dôme du Gargan et ses acolytes. Puis je suis revenu vers le point où M. D'ARSONVAL m'avait signalé, sur l'horizon sud, au delà de la futaie, la ligne très voisine (à l'altitude d'environ 550 mètres) de partage des eaux du bassin de la Loire et de la Garonne, ligne étendue du Gargan au Puy de Bar et qu'il m'avait désignée en mettant d'ailleurs une certaine insistance et malice à me redire : « Vous savez : je suis né dans le bassin de la Loire et à 500 mètres *au moins* de celui de la Garonne !... » Encore que, à mon avis, la race limousine, avec certes plus de réserve habituelle, offre parfois cependant les si jolies spontanéités et enthousiasmes du Midi, et même

son accent faisant pressentir qu'elle en est bien plutôt remontée que descendue du nord, il est incontestable que les horizons du pays limousin, la qualité de son sol et de son ciel, sont bien faits pour favoriser la pensée méditative et réfléchie et modérer l'emballement des souffles du Midi.

J'ai donc fait ainsi le tour du propriétaire et j'ai même poussé seul une pointe curieuse, en revenant sur mes pas, jusqu'à La Porcherie, dans mon désir d'interroger les compatriotes de M. D'ARSONVAL. Mais je suis rentré un peu déçu. Je ne parle pas (et comprends peut-être encore moins !) le patois limousin. « Alors, m'a dit en riant le Maître, nous allons faire arrêter la voiture au retour et je vous servirai d'interprète. » De fait, il a engagé avec ses compatriotes, en patois, une fameuse conversation qui a eu l'air de les rendre, lui et eux, bien satisfaits, mais que « l'interprète », pris dans le feu de l'action, oubliait complètement de m'expliquer. J'ai deviné pourtant aux attitudes combien tous sont fiers de leur Professeur, de sa célébrité mondiale, encore qu'au début, il y a 50 ou 60 ans, ils avaient, paraît-il, à son égard, un peu de la terreur superstitieuse que l'on doit avoir au Thibet pour le plus sorcier d'entre les Lamas. Mais tout cela a bien disparu. Le Maire qu'il a été de 1892 à 1900 a fait tant de bien à sa commune : mairie, écoles, adduction d'eau, gare de chemin de fer et, bien entendu, éclairage électrique, etc... que finalement le Sorcier a été pardonné pour le Magistrat et que tout le monde l'adore aujourd'hui, y compris le Curé, dont il pourvoit les bons offices avec cette libéralité et cette générosité qui lui faisaient me dire : « Comme je pourvoirais le Pasteur et le Rabbin, si ma petite commune avait la chance de devenir « la Maison du Bon-Dieu ! »

Bienveillance et cordialité pour tous — pour tous ceux qu'il en sait dignes, s'entend bien — telle est en définitive l'impression qui se dégage du D'ARSONVAL ramené dans le cadre de son enfance et de ses vieilles amitiés. Pendant le temps que j'y ai passé avec lui, j'ai pu voir combien il y était demeuré fidèle et, n'eût été l'obligation à lui imposée de ménager ses forces, on sentait qu'il serait volontiers allé à toutes les réunions, qu'il aurait répondu à toutes les invitations de ses compatriotes. Ayant eu, en juillet 1935, l'honneur d'être délégué à l'excuser, parce que souffrant, lors de l'une d'elles — commémorant le Centenaire de la mort d'un très grand Limousin : le chirurgien DUPUYTREN, dans sa jolie ville natale de PIERRE-BUFFIÈRE — j'ai pu rapporter

à ses concitoyens cette phrase qu'il me disait, quelques jours avant, lorsque je lui représentais son imprudence à vouloir assumer la fatigue d'une pareille journée : « *Au surplus, vous avez peut-être raison, mon cher Ami, de me retenir. J'aime tant mes Limousins que si j'allais à cette fête je ne pourrais pas m'en détacher et je risquerais d'y demeurer jusqu'au soir.* »

Pour entendre raconter par lui-même l'influence sur son tempérament et sur sa destinée scientifique de son cher Limousin et l'amour qu'il lui porte, nous demandons à nos lecteurs de nous permettre de placer ici une « pièce » que nous considérons comme de première importance pour notre sujet. C'est le discours que, de sa retraite de Nogent, M. D'ARSONVAL envoya en 1934 — lors de l'inauguration au Collège de France de son buste offert par le Groupe d'Études Limousines — au Président de la solennité pour qu'il en fît lecture de remerciements à ses compatriotes. Voici ce texte *in extenso* qui montrera aussi la qualité d'émotion et de style à laquelle sait atteindre ce pur Savant :

CHERS COMPATRIOTES,

Notre groupe d'études limousines, qui est né et a grandi dans cet amphithéâtre, tenait à y célébrer sa virilité d'adulte. M. JOSEPH BEDIER, l'incomparable évocateur de nos légendes nationales, non seulement le lui a permis, mais lui a fait le grand honneur de présider cette fête.

Qu'il veuille bien accepter tout d'abord l'hommage ému de notre profonde reconnaissance.

Depuis plus de trente ans, les membres de notre groupe, sous l'active impulsion de ses présidents et secrétaires, évoquent le glorieux passé de notre vieille province et le rôle joué par ses enfants dans l'évolution de la grande patrie.

Mon but en ce jour est plus limité et plus personnel ; je voudrais vous dire ce qu'en dehors de mes ascendants et de mes éducateurs, en dehors de toute influence humaine, je dois uniquement à l'aspect, à la nature de la terre où s'est écoulée toute ma jeunesse.

C'est un sentiment que j'ai éprouvé dès ma plus tendre enfance et qui n'a fait que s'accentuer au cours de ma longue vie.

Comme sa flore, comme sa faune, nous sommes, nous aussi, les hommes, les produits naturels de notre sol natal.

On m'a reproché jadis — aujourd'hui on m'en fait un mérite —

de n'avoir pu me spécialiser (1), de n'avoir pu limiter mon horizon à un coin étroit de la Science.

Cette tendance invincible de mon esprit, je la dois à la nature même de nos paysages limousins que j'ai toujours adoré contempler du haut de nos montagnes.

Elles ne sont pas élevées, nos montagnes ; elles atteignent rarement mille mètres.

Leur ascension est facile, sans dangers, et partant sans gloire ; mais quels merveilleux spectacles nous réservent leurs cimes hospitalières !

De là-haut, la vue s'étend au loin circulairement aux quatre points cardinaux.

La pureté, la transparence de l'air permettent de distinguer nettement tous les détails se détachant en relief sur le bleu magnifique, méditerranéen, de notre ciel.

Leur tour d'horizon est complet. Ah ! Elles ne nous cachent rien, nos chères petites montagnes. Elles sont honnêtes dans leur simplicité dénuée de tout orgueil.

Et c'est à leur image que j'ai toujours compris la Science, dont on doit tout d'abord faire le tour avant d'en fixer un détail. Les cloisons étanches de la spécialisation sont peu favorables au développement des idées générales, surtout quand il s'agit des êtres vivants.

Il ne faut pas que l'arbre cache la forêt, dit-on.

Mais notre forêt, constituée elle-même, dans ma région, par notre arbre symbolique : le châtaignier, pas plus que nos montagnes ne me masquait l'horizon.

A travers ses fûts droits et robustes, correctement alignés, l'œil ne rencontre aucun écran, de quelque côté qu'il regarde. Ce sous-bois, lui aussi, est honnête et simple. Un beau tapis vert de mousse permet de s'y étendre ou d'y marcher mollement. Il offre comme décor l'humble fougère sous laquelle se cachent, suivant la saison, l'odorant muguet porte-bonheur, le délicieux cèpe noir et la superbe oronge qui ne recèle nul poison.

Souvent, en contre-bas de ce bois sacré, coule un clair ruisseau aux eaux limpides et sans profondeur, où vient s'ébattre la truite, qu'on prend à la main, et l'écrevisse, plus méfiante : la seule de nos bêtes qui marche à reculons.

D'autres fois, en bordure du bois, on découvre un vieux châtaignier,

---

(1) M. d'Arsonval qui a tant contribué à développer la « spécialité » de la thérapeutique par les agents physiques, et en particulier par l'électricité, n'entend nullement qu'il faille prétendre tout aborder. Mais il s'est refusé à n'être qu'un spécialiste étroit, et, toute sa vie, en travaillant à fond sa partie, il s'est appliqué à garder contact avec toutes les occasions d'élargir ses propres connaissances par la fréquentation et les conversations des autres « travailleurs ».

plusieurs fois centenaire, dont le tronc évidé offre un abri à toute une famille.

Il ne vit que par sa puissante écorce, mais si le vent vient un jour à l'abattre, il ne meurt pas pour si peu. De vigoureux rejetons s'élancent bientôt de sa souche immortelle, réalisant ainsi, sans bouger de place, le mythe de la transmission du flambeau. Tout, en somme, dans notre climat, tend à développer le besoin de continuité, de clarté, de simplicité chez ses originaires, qu'ils soient épris de littérature, d'art ou de science. Et pour me borner à ce que je connais le moins mal, quoi de plus lumineux et de plus simple à la fois que l'œuvre d'un DUPUYTREN en chirurgie, d'un CRUVEILHIER en médecine, d'un GAY-LUSSAC en physique ou en chimie ?

Ce besoin d'écarter tout ce qui pourrait masquer notre vue, nous le trouvons à l'état inconscient, même dans l'âme de nos paysans ; rappelez-vous ce que dit l'amoureux dans sa naïve chanson patoise :

Baïsso-té montagno, lèvo-té valloun,
M'empeichas de veirè la mio Janétoun (1).

Oui ! mes chers Compatriotes, l'influence de notre climat sur notre psychisme est indéniable.

Que de fois j'en ai parlé au Collège de France avec mes chers Collègues disparus : CAMILLE JULLIAN et JEAN BRUNHES.

Oui ! Nous sommes bien les produits de notre sol limousin et c'est pourquoi nous éprouvons si ardemment le besoin d'y dormir notre dernier sommeil à l'ombre de nos châtaigniers immortels.

D'ARSONVAL.

Quel hommage à un pays natal ! Et il faut voir, comme j'ai eu la chance d'y être souvent mêlé, M. D'ARSONVAL s'intéresser aux travaux des métayers, leur donner des conseils avec cette admirable intelligence de l'homme qui, sachant les raisons et les secrets cachés des choses, raisonne aussi bien les travaux de l'agriculture ou de l'horticulture pratiques que les plus hautes spéculations, connaît la nature du sol exploité, les amendements qu'il lui faut, les cultures qu'on y peut faire et en quels temps... tant de choses enfin qui font que sa conversation, avec son jardinier, par exemple, est aussi captivante que celle avec ses Collègues des Académies.

---

(1) Baisse-toi montagne, lève-toi vallon,
Tu m'empêches de voir ma Jeanneton.

Le soir de cette visite à « LA BORIE », en revenant avec le Maître, pendant une vingtaine de kilomètres en Pays Limousin, vers ce beau sanatorium AMÉDÉE TARRADE, coquettement posé à mi-côte d'un vallon boisé de la commune de Châteauneuf-la-Forêt et où il était venu, avec M^{me} D'ARSONVAL, passer son été dans un joli pavillon annexe de l'Établissement, sans souci de maison ni de domesticité, nous croisâmes sur notre passage la puissante « transformatrice électrique » de SAINT-GERMAIN-

Fig. 8. — En regardant les « lignes de lumière et de force » au démarrage desquelles le Maître a jadis tant contribué (station transformatrice de Saint-Germain-les-Belles, voisine de chez M. D'ARSONVAL).

LES-BELLES-FILLES » (encore une spécialité fort courante dans ce beau Limousin où la nature façonne les êtres à l'image de ses propres charmes). De la transformatrice (fig. 8), se détachaient les fils électriques allant rayonner et courir sur les hauts poteaux de ciment à travers les campagnes et leur porter partout la lumière, la force et le plaisir même avec la T. S. F. Et je me disais : « Cet homme a bien quelques raisons d'être fier en voyant ce pays, dur et âpre autrefois pendant les longs hivers, et dont la vie a été transformée par ces chemins de l'air qu'il a contribué à lancer — comme d'autres traçaient les chemins de

terre et les chemins de fer — cet homme a bien quelque raison d'être fier de son œuvre. D'autant qu'en modernisant son pays, il a pieusement gardé l'amour de ses traditions jolies et aimables ; l'amour de ses paysans et de ses paysannes, de leurs costumes ressuscités aux jours de grande fête et que, Président des Limousins de Paris, il encourage de tout son pouvoir ; l'amour enfin de son curieux langage, qui n'empêche nullement de bien parler et de bien écrire en français, ne l'a-t-il pas prouvé ? » Alors, sortant de ma rêverie, je lui ai demandé ce qu'il pensait de cette rénovation rurale par la grande magicienne « Electricité » qu'il avait tant servie : « *Tout cela, voyez-vous, mon cher, eh bien !... c'est la suite des travaux de* MARCEL DEPREZ... » Il omettait de dire qu'il fut, en ce temps-là, vers 1880, pour le génial inventeur en butte à toutes les critiques, un collaborateur profondément convaincu et dévoué et qu'il bataillla, haut et ferme, pour l'idée maîtresse de DEPREZ, presque alors déclarée insensée par les savants connaisseurs : « Le transport de l'Électricité n'est en aucune façon fonction de la distance. » Nous retrouverons plus loin, au cours de cet ouvrage, la preuve de ce principe et l'offensive que pour lui D'ARSONVAL engagea. Donc, à ce triomphe et à l'aisance qui en est advenue dans le monde entier, il a bien un peu contribué. Mais ce n'est certes pas lui qui vous le contera !

Nous voici donc ramené, comme au sortir du Laboratoire de Nogent, à vouloir, n'est-ce pas, connaître la vie de cet homme, depuis les premières années de sa curieuse enfance, — et de son « enfance singulièrement curieuse », — jusqu'aux jours présents déjà racontés, en suivant le fil d'une série de travaux et de découvertes dont la variété a été prodigieuse, et immense la fécondité.

CHAPITRE II

1851 à 1874

L'ENFANT — L'ADOLESCENT L'ETUDIANT

SOMMAIRE

Le 8 juin 1851 au domaine de La Borie. — Les grands horizons paysans qui firent accueil et berceau à l'enfant. — Parents et ascendants de grande race et le potentiel intellectuel qu'ils lui ont préparé. — Potentiel physique et habileté manuelle forgée par une enfance au plein air. — L'école buissonnière ; l'école primaire de La Porcherie ; les premières classes secondaires du Petit Séminaire de Brive ; les grandes classes du Lycée de Limoges et le souvenir de Pisse-Huile. — L'Elève de « Préparatoire polytechnique » à Sainte-Barbe, ramené par la guerre de 1870 en son Limousin, y devient carabin puis interne à l'hôpital de Limoges. — Jeune marié. — Externe des Hôpitaux de Paris, le hasard d'une leçon de CLAUDE BERNARD *« détermine » sa destinée.*

Conjointement à « l'hérédité » et à « la condition », les « impressions » et les « habitudes » de notre *enfance* forgent notre *maturité*.

CELUI que nous venons d'évoquer en ses alertes 85 ans naissait un beau matin de juin 1851 — le 8 exactement, pour garder une précision scientifique de rigueur avec un tel homme — au manoir de La Borie en pleine campagne limousine.

La paix et la sérénité coutumières du vaste domaine s'accroissaient encore, en ce jour, de tous les dons et de toutes les grâces que la nature et les circonstances se plaisaient, paraît-il, à réunir.

C'était dimanche, et qui plus est, dimanche de Pentecôte, et, ce matin-là, le soleil radieux versait la plénitude de sa lumière et de sa chaleur.

Le père, « gentleman farmer » et médecin très exerçant, était à la grand'messe au milieu de ses chers métayers, si cordialement aimés et aidés. Et lorsque, sur le coup de 11 heures, les cloches sonnèrent à toute volée l' « Élévation », il ne se doutait pas qu'elles lui annonçaient, en même temps que la descente de l'Esprit-Saint, l'entrée en ce monde de l'enfant qui devait lui faire si grand honneur.

Il le trouva en rentrant, cueilli dans la « devantière » de la mère de l'instituteur, et c'est ainsi qu'ARSÈNE D'ARSONVAL nous fut donné.

Cet accueil qu'il reçoit d'une admirable « campagne », tiède, parfumée et sereine, entrant à pleine fenêtre dans la chambre de l'accouchée et se faisant caressante autour du berceau, voilà, penseront les « présagistes », un joli départ augurant bien de la vie qui vient de s'éveiller !

Ceci est peut-être moins scientifique, car d'autres vies avaient là aussi surgi avant la sienne : sept frères ou sœurs dont deux seulement survivaient. Et, quelques années après, une dernière petite sœur devait naître qui ne vécut que trois ans.

Mais, en ce matin de juin 1851, ce cadre et cette heure sont effectivement trop attachants pour que nous ne prenions pas plaisir à nous y arrêter et à chercher ce que furent les impres-

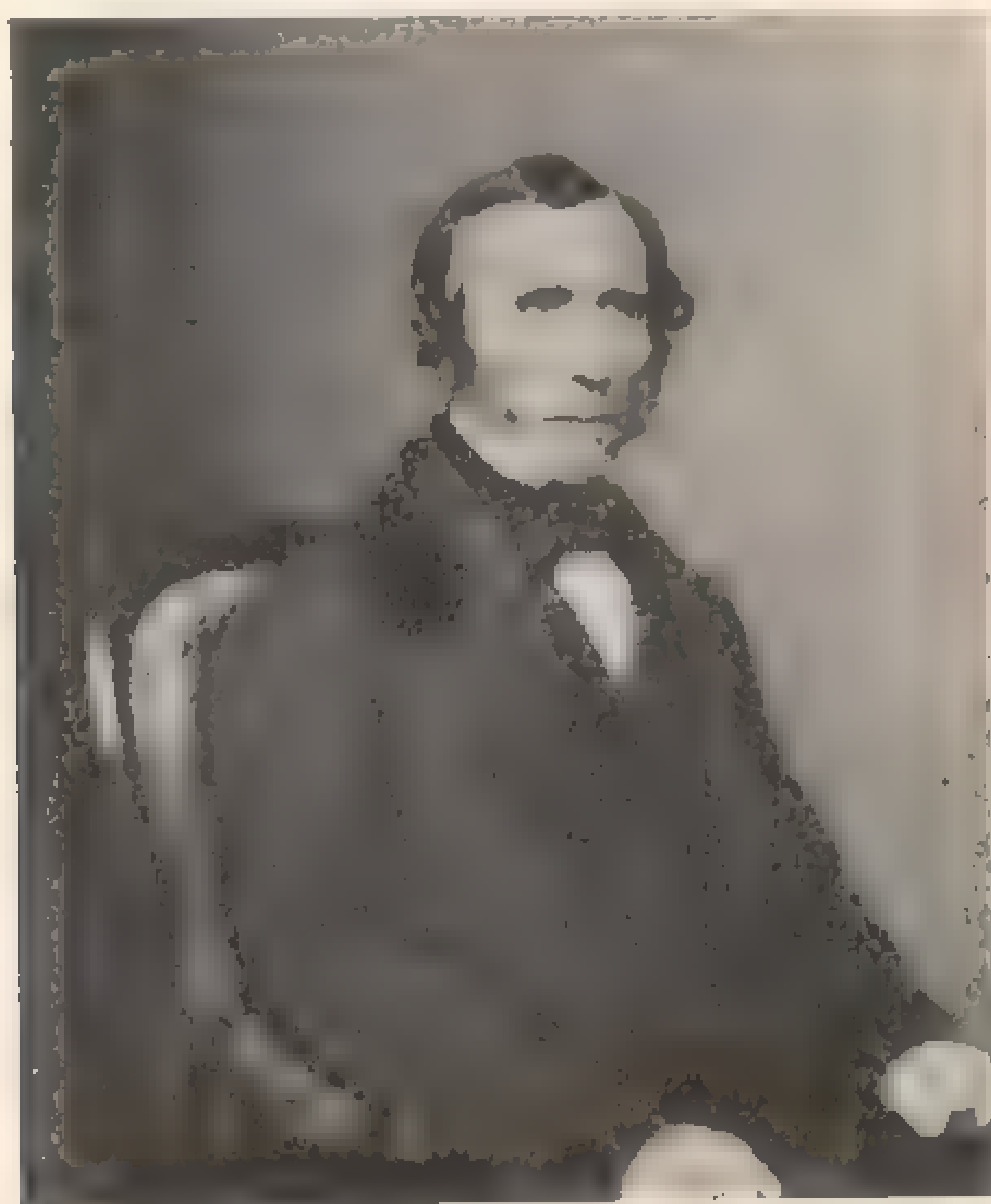


Fig. 9. — Le Père de M. d'Arsonval.

sions et les émotions du petit d'Arsonval lorsqu'un peu plus tard ses premiers regards se promenèrent sur le monde.

Le manoir de La Borie, nous l'avons déjà dit dans notre chapitre introductif, se présente solitaire au milieu de ses vastes hectares cultivés ou boisés, à environ 1.200 mètres de la petite commune de la Porcherie, canton de Saint-Germain-les-Belles, arrondissement de Saint-Yrieix.

Voilà son « pedigree » géographique et officiel. Pour l'achever, rappelons que le manoir occupe, à quelques centaines de mètres seulement de la ligne de partage des eaux de la Loire et de la Garonne, mais versant de la Loire, la mi-côte d'une des dernières ondulations des Monts du Limousin. Protégé des

vents du Nord, par cette ondulation, il l'est du Sud par la haute futaie, jadis plantée par le père de notre héros, futaie qui s'arrête pour laisser au Sud-Ouest la vue atteindre les premières lignes du bassin de la Garonne. Et ce bel horizon varié qui encercle le domaine n'a pas dû être de peu d'influence pour la largeur des vues de l'esprit qui s'y développa. Dans tous les cas il est capital de constater ici ce que ce pays (fig. 6) a donné à la Science — et en particulier à la Médecine — dans les cent

Fig. 10. — La Mère de M. D'ARSONVAL.

ans qui viennent de s'écouler : un chirurgien de l'Empereur NAPOLÉON Ier, le Baron BOYER (1760-1833), né à Uzerche ; un autre grand chirurgien, son disciple : le Baron GUILLAUME DUPUYTREN (1777-1835), né à Pierre-Buffière et plus tard un grand physiologiste, LAGRANGE, né également à Pierre-Buffière ; l'anatomiste JEAN CRUVEILHIER (1791-1874), né à Limoges et mort à Sussac ; le physicien-chimiste GAY-LUSSAC (1778-1850), né à Saint-Léonard-de-Noblat. Regardez la carte que nous avons donnée, page 33 ; pointez les cinq localités que nous venons de dire et quand vous leur aurez ajouté La Porcherie avec M. D'ARSONVAL, vous aurez une idée de la floraison scientifique que, sur 50 kilomètres de côté, ce quadrilatère de terre limousine a vu, en un siècle,

s'épanouir (1). De ce pays de son enfance il a gardé un impérissable souvenir et lui est demeuré, de corps et d'esprit, indéfiniment fidèle, y revenant plusieurs mois chaque année. Et, lorsqu'il en parle, il semble qu'on aperçoive au fond de ses yeux se dérouler l'admirable contrée où se passèrent entièrement ses premières années.

Cette naissance aux confins de ces deux grands pays de la Loire et de la Garonne ne fut pas sans doute non plus sans lui conférer comme une sommation de qualités prises à l'un et à l'autre et qu'on retrouvera si remarquablement dans toute sa vie et dans toute son œuvre.

Nous avons déjà fait l'esquisse du vaste domaine de La Borie qui à cette époque comptait près de 1.200 hectares, bois et prairies, au milieu desquels, si vaste qu'elle soit, la grande maison d'habitation n'apparaît de loin que comme un papillon blanc caché dans la verdure.

A voir ce domaine, assez lointain des agglomérations et fait, semble-t-il, pour la vie d'un gentleman farmer, on s'étonne à bon droit que son propriétaire d'alors fût un médecin ; et un médecin voyant beaucoup de malades, puisque ARSÈNE D'ARSONVAL reconstituera plus tard, par les livres de son père, que sa clientèle s'étendait sur 42 communes. Mais si l'on n'avait pas à cette époque l'automobile, que le nouveau-né contribuera un jour à créer, le manoir était pourvu, en de vastes écuries, de nombreux chevaux de selle qui furent les premiers amis du futur professeur au Collège de France. Six chevaux étaient toujours prêts aux enfourchades du « farmer-médecin » qui, d'ailleurs, à l'occasion, se montrait très volontiers aussi vétérinaire et au surplus fort ingénieux pour solutionner les cas embarrassants, ainsi que le montre la succulente histoire de l'ordonnance écrite avec un tison de charbon éteint sur une porte blanchie à la chaux, un soir que, dans une pauvre chaumière, le brave docteur n'avait trouvé chez son client ni papier, ni plume, ni encre : « Et maintenant, avait dit au paysan le Dr D'ARSONVAL père, attelle tes bœufs ; dépends la porte et mets-là dans ta

(1) A ces noms nous pourrions ajouter, pour la période contemporaine : SADI CARNOT, né à Limoges, qui devait mourir assassiné comme Président de la République (1894), et son frère ADOLPHE CARNOT, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut, dont le fils, le Professeur actuel PAUL CARNOT, né aussi à Limoges, marque comme une résurgence des illustrations médicales limousines.

voiture. Tu diras au pharmacien d'exécuter l'ordonnance, et vite, car il n'y a pas de temps à perdre. » On voit d'ici la tête du potard réveillé par ce singulier équipage.

Nous avons dit que, devant la grande façade sud percée de nombreuses fenêtres aux volets blancs, se développe une prairie où court le mince filet d'eau de la petite Briance laquelle naît en la cour même du manoir d'une fontaine continue. En cette prairie résidaient alors presque en permanence d'autres animaux amis du jeune bambin : ces grands bœufs roux dont le Limousin est si fier. D'ailleurs, le nom de La Borie n'est qu'une contraction de la Bouverie, c'est-à-dire la Métairie aux Bœufs — de même que la petite commune voisine de La Porcherie revendique de toute évidence dans son nom l'élevage de ces porcs, autre orgueil du Limousin. Toute cette compagnie animale s'augmentait bien entendu de la basse-cour variée, où il faisait si bon faire peur aux poules, canards, dindes et pintades, pour se dédommager un peu du respect et de l'intimidation que causaient tout de même au petit homme ces grandes personnalités qu'étaient les chevaux de l'écurie et les bœufs de la prairie.

C'est donc dans ce cadre, avec un frère et une sœur, que grandit ARSÈNE D'ARSONVAL, sous la surveillance vigilante d'un père et d'une mère très aimants mais assez fermes. De l'un et de l'autre, l'alerte vieillard parle avec une admirable fraîcheur de souvenirs ; on pourrait dire, plus exactement encore : avec une juvénile émotion. Il se lève agilement pour aller chercher, dans une boîte à souvenirs, des photos qui vont vraiment revivre et s'animer devant nous pendant qu'il les commentera.

Voici sa Mère qui était de taille et corpulence moyennes et d'une très réelle beauté ; vive, animée, remarquable d'intelligence et de jugement, en même temps que fort cultivée. Avant de venir habiter le manoir de La Borie et d'y accomplir ses neuf maternités frappées de six deuils, puis de s'y éteindre à 56 ans, en septembre 1870, elle avait vécu jeune fille à la préfecture de Limoges. Elle s'appelait alors M^lle^ DE BEAUNE et trouvait dans son milieu tout ce qu'il fallait pour porter au plus haut point la culture d'une jeune fille naturellement éveillée et curieuse.

Les souvenirs de l'Empire, du Directoire, de la Révolution, voire de la Royauté déchue et des Encyclopédistes qui avaient précipité sa chute, étaient encore tout proches. L'Encyclopédie,

nous dit M. D'ARSONVAL, était parmi les lectures familières de Mlle DE BEAUNE. Les discussions d'esprit politique qui surgissaient fréquemment dans ce milieu familial, entre « partisans » d'ordres divers étrangement rassemblés par le hasard des révolutions, n'étaient pas sans élargir considérablement l'envergure de ses dispositions naturelles. Et si nous y insistons c'est que, ne l'oublions pas, les échos de tout cela sont parvenus maintes et maintes fois par les récits de sa mère au petit D'ARSONVAL dont ils aiguisaient l'esprit curieux, l'invitant aux investigations étendues et diverses.

Il apprend ainsi que sa « grand'mère », Mme VIRGINIE DE BEAUNE, a été la filleule de NAPOLÉON Ier, élevée à Ecouen, chez Mme CAMPAN, parce que fille du baron TEXIER-OLIVIER, préfet de l'Empereur à Limoges, et ami intime de LUCIEN BONAPARTE. Et quelle histoire pour émouvoir que celle de cette « arrière-grand'mère » TEXIER-OLIVIER — Demoiselle RICHARD DE NOIR LIEU au temps de l'armée vendéenne — chouanne de la plus pure chouannerie, faite prisonnière, destinée à l'échafaud, sauvée par l'amour de celui par qui elle deviendra baronne et préfète de l'Empire, tout en demeurant chouanne de souvenirs et de regrets.

Autre étrange histoire et qui montre bien que l'on avait du sang et de la race de ce côté maternel aussi : un frère de Mme VIRGINIE DE BEAUNE, le grand oncle TEXIER-OLIVIER, étant curé de Saint-Leu à Paris, trouva moyen de se battre en duel, ayant comme témoin le futur général Faidherbe. A la suite de quoi, disgrâce du curé de Saint-Leu qu'on exile à Rome pour y prendre sans doute une plus juste notion de l'orthodoxie... sinon de l'honneur !

Du côté paternel, la « sève » avait encore peut-être de plus lointaines et plus profondes racines. Mais, pour y remonter, traçons d'abord le portrait des trois médecins, le père, le grand-père, le bisaïeul, qui, depuis cent ans, se passaient le flambeau en ce coin du Limousin avec lequel ils s'identifiaient et où, comme nous le verrons, la branche des D'ARSONVAL était venue se marcotter et s'implanter à la fin du XVIIe siècle.

Le rêve primitif du Docteur D'ARSONVAL, père de notre héros, n'était-il pas d'ailleurs que son fils Arsène lui succédât et s'enracinât aussi en cette terre natale. Et ce rêve n'est pas demeuré tout à fait inaccompli, car jamais le Professeur du Collège de France, revenant dans son cher pays, n'a manqué d'y prodi-

guer à tous ceux qui l'en sollicitaient de précieux conseils médicaux.

Nous avons déjà dit que le Docteur D'ARSONVAL père — PIERRE-CATHERINE D'ARSONVAL — pouvait, dans ses tournées quotidiennes, fatiguer plusieurs chevaux sans en paraître lui-même plus las. Grand, maigre, au masque énergique, et paraissant pouvoir se dispenser de repos, il ne détellera qu'à 78 ans, sur l'ordre formel de ses confrères qui lui trouvent alors le cœur un peu fatigué. Mais s'il doit se résigner à accepter leurs décrets il découvre une solution élégante pour au moins garder l'illusion de ce qui lui a été si cher. Il se fait monter une selle dans sa chambre et ce sera là sa pose favorite, sa pose quasi naturelle, durant ces deux années au bout desquelles une dernière crise cardiaque l'emporte subitement : 1er mai 1883. Il était né le 1er mai 1805.

On peut dire, d'ailleurs, qu'elle l'emporte en fierté et en beauté, car il est en train de lire une lettre de son fils Arsène, et cette lettre lui apprend que le jeune préparateur est proposé pour la croix de la Légion d'honneur — *ce qui en ce temps-là avait encore quelque signification*. Et M. D'ARSONVAL nous dit, non sans une profonde émotion, que cette lettre fut laissée en la main du mort et enfermée avec lui dans son cercueil.

Lors de ses études à Paris, le Docteur D'ARSONVAL père, avait d'abord été l'élève de DUPUYTREN vers qui tout jeune carabin limousin de cette époque, venant en la capitale, s'orientait en premier lieu. En effet, l'illustre chirurgien était un Limousin pur sang, presque un Limogeois, « né-natif » de Pierre-Buffière (1), à vingt kilomètres environ de La Borie, à vingt kilomètres aussi de Limoges. Au surplus, toute l'œuvre du grand praticien n'est-elle pas comme pénétrée du solide bon sens de ce terroir ?

Mais on est alors en 1824, et, dans la capitale du Royaume, à côté du chirurgien DUPUYTREN, une autre étoile — celle-là médicale — s'impose de plus en plus au firmament de la science anatomique et physiologique. Elle se nomme : LAENNEC. Le grand Breton professe alors au Collège de France et la sûreté de sa méthode, fouillant les lésions pour expliquer les maladies

---

(1) Nous ne pouvons manquer de rappeler, à cette occasion, le beau livre : *Dupuytren*, qu'en 1935, le Dr DELHOUME, maire de Pierre-Buffière et conseiller général de la Haute-Vienne, a fait paraître sur son illustre compatriote à l'occasion du centenaire de sa mort.

et leurs symptômes, fait grande impression sur un certain jeune auditeur limousin qui devient un assidu de plus en plus passionné de ses cours et, finalement, va jusqu'à quitter DUPUYTREN pour devenir préparateur bénévole de LAENNEC. N'est-il pas au moins curieux de voir le Père ouvrir de cette façon la porte de l'illustre Collège où cinquante ans plus tard pénétrera son Fils comme préparateur de CLAUDE BERNARD, en attendant d'y devenir un des plus illustres Professeurs ?

Mais le père du père de notre héros, JACQUES-AUBIN D'ARSONVAL, déjà lui-même médecin à La Borie, depuis 1787, après sa thèse de doctorat devant la Faculté de Toulouse, appelle son fils à lui succéder. Le jeune préparateur de LAENNEC, frais émoulu de Paris, où le 1er juin 1827 — l'année qui suivit la mort de Laënnec — il avait passé sa thèse sur : « la Maladie Scrofuleuse », ne gagna pas du premier coup en son pays, paraît-il, le crédit auquel il avait si bien droit. Mais tout s'arrangea vite devant le talent et la bonté du nouveau-revenu.

Celui-ci, nous l'avons dit, eut de son mariage avec Mlle DE BEAUNE, neuf enfants, dont sept précédant le petit Arsène. Quand il arriva huitième, il ne restait qu'un frère, âgé déjà de vingt ans, MAGLOIRE D'ARSONVAL, et qui fut, dans la suite, médecin à Tulle (1), et une sœur qui, par son mariage, devint Mme BARDON (2) et s'en alla habiter les environs de Brive, au château du Saillant, ancienne propriété des Mirabeau.

Une petite sœur suivit le jeune Arsène, mais elle ne vécut que peu d'années, si bien que le Benjamin grandit assez seul au manoir, mais non sans camaraderie ni animation, au milieu des souvenirs et récits de son père et de sa mère et de mille impressions diverses lui arrivant de toute part.

Et d'abord c'est presque un cours d'histoire anecdotique, pittoresquement agie et vécue par les siens dans la grande Histoire Nationale, qui va l'impressionner. Nous venons de citer les faits relativements récents : l'Empire, la Révolution, la Royauté finissante. Mais il peut remonter bien plus loin.

(1) Le Dr MAGLOIRE D'ARSONVAL, de Tulle, a eu deux filles et un fils qui n'a pas laissé de postérité ; et le Professeur ARSÈNE D'ARSONVAL n'ayant pas d'enfant, cette branche des D'ARSONVAL s'éteint avec eux.

(2) Mme BARDON a eu 2 filles et 3 fils, dont l'un, Louis, a 4 garçons et une fille, représentant, comme petits neveux, la parenté la plus directe du Professeur D'ARSONVAL.

La famille D'ARSONVAL existe et compte déjà au quatorzième siècle — et sans doute avant — mais ses premières archives historiques transparaissent seulement à cette époque. Le berceau en est Champenois, aux environs de Bar-sur-Aube, où se trouve encore aujourd'hui la petite commune d'Arsonval et où la branche aînée a survécu jusqu'au milieu du dix-neuvième siècle.

Les biens de la famille : « Le Mazé de l'Evêché » et « Le Moulin aux Billes » sont alors passés par achat aux mains de ARDOUIN DUMAZET, l'auteur du célèbre « Voyage en France », qui ne

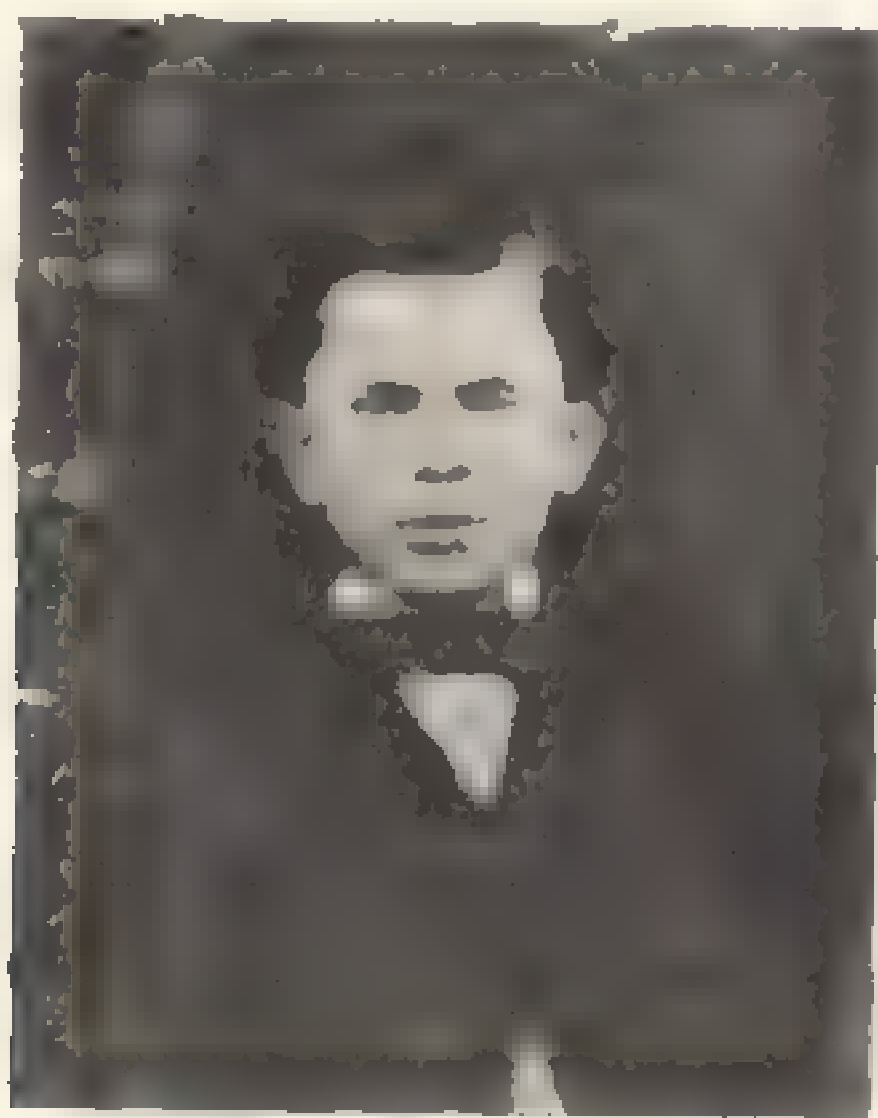


Fig. 11. — Arsène D'ARSONVAL à 10 ans.

manque pas de les citer au tome 21, Haute-Champagne et Basse-Lorraine, page 109.

La branche limousine ne fut qu'une « marcotte », si l'on peut dire, transplantée en terre limogeoise, en 1691, par un acte de Louis XIV nommant un certain SIMON D'ARSONVAL au poste de « procureur du Roi en la Généralité de Limoges ».

Mais auparavant on peut se réclamer d'ancêtres ayant marqué en Champagne et en Bourgogne. Entre autres, un JEAN VIII D'ARSONVAL, — de 1413 à 1416 (année de sa mort), évêque de Châlon-sur-Saône, dont il était venu occuper le siège, après avoir été chanoine de la Sainte-Chapelle et précepteur du fils aîné de Charles VI, le dauphin Louis dont la mort fit place au trône à son frère Charles VII. Cette charge de précepteur royal, aux environs de 1400, n'est-ce pas déjà comme l'annonce à la Famille... du Collège de France ?

Du passage de ce JEAN VIII D'ARSONVAL à Châlon-sur-Saône, on peut encore voir la marque, car, le prélat ayant à sa mort légué 1.000 livres pour l'achèvement des voûtes de la très ancienne église Saint-Vincent, son écusson est le dernier qui en blasonne la nef (1).

La branche limousine que clôt aujourd'hui le Professeur D'ARSONVAL occupa au dix-huitième siècle et jusqu'à la Révolution des postes importants. En ce siècle élégant elle justifia aussi plus d'une fois, paraît-il, l'anagramme qu'un poète, suivant le goût du temps, avait fait sur le nom de son fondateur :

« Dans SIMON D'ARSONVAL, je lis : soin dans l'amour ».

Ajoutons que cette branche limousine avait heureusement une autre devise, celle-ci encadrant ses armoiries (fig. 12), et qui est presque aussi fière que la devise bien connue des Rohan, car elle porte

Paraître ne veux
Quand être je peux.

On peut dire que nul ne l'a mieux justifiée que le dernier représentant actuel de cette branche, lequel étant devenu par ses mérites « prince de la science », ne s'est jamais targué de sa couronne de comte, et n'a jamais signé que Docteur D'ARSONVAL, semblant vouloir aussi faire oublier son titre de Professeur. Cependant l'exactitude historique nous oblige à donner ci-contre ses armoiries telles qu'elles sont figurées aux registres des d'Hozier, 2e édition, et sur les papiers conservés par la famille existante. Elles comportent, sous une couronne comtale, deux écussons accolés dont l'un, celui de droite, est symbolique en tant qu'armes parlantes (peut-être même un peu « tarabiscoté » : Dard-Son (cloche)-Ovale) et dont l'autre, celui de gauche, présente les armoiries véritables, lesquelles sont ainsi décrites en termes héraldiques dans le d'Hozier : « Tranché d'azur sur or, et une étoile à huit rais de l'un à l'autre, chargée d'une croisette de gueules ».

Et pour des temps plus voisins nous pourrions rappeler encore qu'un D'ARSONVAL, général de l'Empire et officier d'ordonnance de l'Empereur, fut tué à Waterloo.

Ainsi donc, de l'Histoire entre par toutes les portes devant les

---

(1) Nous voulons remercier ici M. DAGLIN, pharmacien-inspecteur à Cluny (Saône-et-Loire), deux fois Président déjà de l'Académie Lamartinienne de Mâcon, de nous avoir fourni cet intéressant document d'histoire.

yeux de l'enfant que nous suivons, comme aussi s'élargit sans cesse son horizon géographique, et encore historique, par les relations que la famille entretient avec toutes les grandes familles du Limousin, par les voyages pittoresques qu'on entre-

Fac simile des armoiries de la famille d'Arsonval double écusson avec armoiries parlantes, telles qu'elles sont figurées aux registres des d'Hozier 2e édition, et sur les papiers conservés par la famille existante.

Devise de la famille :

Paraître ne veux
Quand être je peux

Fig. 12. — Armoiries en double écusson de la Famille d'Arsonval.

prend pour s'aller rendre visite et qui sont de si merveilleuses leçons de choses et de faits.

Et puis, d'autre part, se développe sa vigueur physique et cette admirable habileté manuelle que nous lui retrouverons plus tard au Laboratoire. Elles se développent l'une et l'autre par les occasions incessantes qui lui sont données au manoir de courir, grimper, monter à cheval, buissonner avec les petits

camarades ; de voir, d'observer, d'imaginer ; de réparer jouets et outils, d'en inventer et construire d'autres. Voilà de la belle préparation physique et intellectuelle, libre et ouverte, non « empotée » ni comprimée en d'obscures classes avec des piles de bouquins pour œillères, comme on le voit faire trop couramment aujourd'hui. Ne réalise-t-elle pas, cette éducation, ce que le fin psychologue MARCEL PRÉVOST souhaite pour tous ses « filleuls » au début de l'existence : *la vie en pleine Nature*. Par là, en même temps qu'un cerveau ventilé, curieux et observateur, il se forge une adresse et une vigueur musculaire exceptionnelles. On ne s'étonnera donc pas de le voir, par la suite au collège, enlever, en même temps que les autres prix, celui de gymnastique. Et ce n'est pas le prix dont s'enorgueillit le moins le Professeur D'ARSONVAL actuel ! Que de fois, dans nos conversations à l'occasion du gavage livresque et mnémonique, du *psittacisme* dont on « indigère », comme disait déjà Montaigne, les jeunes cerveaux en apprentissage scolaire, ne nous sommes-nous pas arrêté avec le Maître sur ces phrases étranges, mais combien profondes, de l'Allemand NIETZSCHE, phrases où l'on sent un tel appétit d'air et de lumière : « Etre *assis* le moins possible ; ne pas ajouter foi à une idée qui ne serait venue *au plein air*, alors que l'on se meut librement. Il faut que les muscles *eux aussi* célèbrent une fête. Tous les préjugés viennent des intestins. Le *cul-de-plomb* (sédentarité assise) est le véritable péché contre le Saint-Esprit ! » (1) « Belle formule de *vraie et saine physiologie*, nous a souvent, à cette occasion, répété M. D'ARSONVAL, et dont les circonstances heureuses de ma jeunesse m'ont procuré la chance ».

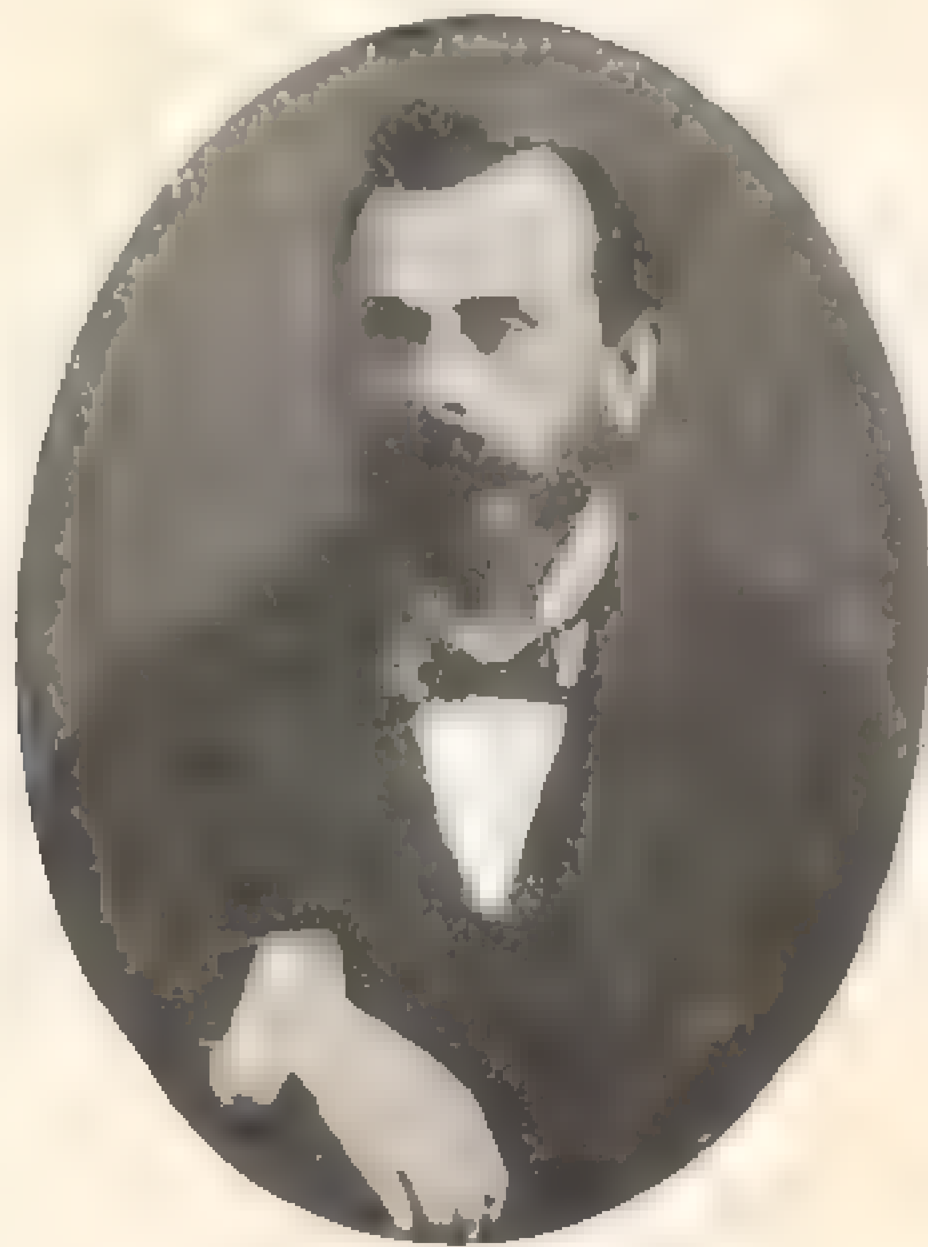
Donc après s'être contenté jusqu'à 11 ans d'être l'élève de l'Ecole primaire de La Porcherie (à cette époque : 6 élèves, dont 2 filles), c'est à cet âge que, ne sachant pas grand'chose par les livres mais déjà beaucoup par l'observation, il est envoyé au petit séminaire diocésain de la jolie ville de Brive-la-Gaillarde sur la Corrèze, dite « la porte riante du Midi ». Le garçonnet se trouvait ainsi dans le voisinage de sa sœur très aînée, Mme BARDON, dont le mari était avocat et qui habitait, avons-nous dit, le château du Saillant. A titre anecdotique, le beau-père de celle-ci, le Dr BARDON, était le médecin qui, soignant M. LAFARGE, le

(1) F. Nietzche, *Ecce Homo*.

malheureux châtelain du Glandier, près Brive, avait le premier signalé l'empoisonnement.

A 18 ans, élève au Collège Sainte-Barbe.

A 20 ans, interne à l'Hôpital de Limoges.



A 32 ans, chargé de cours au Collège de France.

Fig. 13, 14, 15. — Trois portraits de jeunesse.

ARSÈNE D'ARSONVAL demeura au petit séminaire jusqu'en cinquième, c'est-à-dire jusqu'à quatorze ans, et en fut alors retiré à la suite de graves sévices d'un ecclésiastique brutal qui, pour

se faire mieux entendre sans doute de ses élèves, ne trouvait rien de mieux que de temps en temps leur arracher les oreilles ou leur mettre la tête en capilotade.

De ce fait, il entre en quatrième au Lycée Impérial de Limoges où il commence avec le jeune GILBERT BALLET (encore un Limousin, d'Ambazac (Haute-Vienne) cette bonne camaraderie qui dura jusqu'à la mort (en 1916) de ce dernier, devenu Professeur de Pathologie nerveuse à la Faculté de Médecine de Paris.

Il eut encore comme condisciples à ce Lycée les trois COMBY dont le médecin, PAUL, célèbre par ses beaux travaux sur les maladies des enfants, médecin des hôpitaux de Paris et membre de l'Académie de Médecine, demeuré son très fidèle ami, est doté lui aussi d'une « jeunesse » enviable. C'est le Dr PAUL COMBY qui nous a révélé que le violon d'Ingres du jeune D'ARSONVAL était... une flûte, dont il jouait avec virtuosité. Comme autre condisciple au Lycée de Limoges et qu'il devait retrouver comme médecin des Asiles à Paris : le célèbre aliéniste WALLON ; et puis encore, LOUIS COUTY et AUGUSTIN CHARPENTIER, dont nous reparlerons plus loin à l'occasion de leur internat en médecine à Limoges. Pendant son année de troisième, ARSÈNE D'ARSONVAL subit une grave atteinte de typhoïde qui le tint plusieurs mois éloigné du collège. « C'est là, nous dit-il, presque la seule maladie de ma vie, avec cependant, en 1914, une poussée congestive au foie et, les années suivantes, deux ou trois attaques de jaunisse. »

En 1869, à dix-huit ans, il achève ses études secondaires en enlevant brillamment son baccalauréat ès sciences à l'Université de Poitiers. Il est reçu avec les plus grands éloges du Recteur lequel engage le Docteur D'ARSONVAL père à laisser son fils s'orienter dans la voie des Sciences, proposant de le recommander à son ami M. DUBIEF, Directeur de l'Ecole Sainte-Barbe, où il avait succédé au célèbre LABROUSTE. Nous retrouverons donc tout à l'heure ARSÈNE D'ARSONVAL en « préparatoire-sciences » à Sainte-Barbe.

Mais, auparavant, il convient de retenir, du temps de ses études secondaires, l'attraction toute particulière que le Cabinet de Physique du Lycée exerçait sur le jeune D'ARSONVAL. Enfant actif, entreprenant, réalisateur, il avait obtenu du garçon ordonnateur du dit Cabinet une clef grâce à laquelle il pouvait aller s'y enfermer à son aise et y dévisager, en tête à tête, ces étranges machines auxquelles il devait plus tard donner une si prodi-

gieuse extension. Et précisément ne quittons pas ces réminiscences de son Lycée de Limoges sans, avec M. D'ARSONVAL, adresser un souvenir ému à cet humble garçon de laboratoire qui peut-être contribua à sa vocation. On l'appelait... « Pisse-Huile », parce qu'il était tout particulièrement chargé d'un rôle de Vestale : l'entretien des lampes à huile qui représentaient alors le « nec plus ultra » du bon éclairage ! Ainsi, sans qu'on y pense assez, les humbles interviennent souvent dans le destin des grands hommes !

Et voici maintenant ARSÈNE D'ARSONVAL, comme élève de « préparatoire-sciences » à Sainte-Barbe, en ce début d'octobre 1869. Malgré ses préférences pour des études médicales, le père a cédé aux conseils du recteur de Poitiers et consenti à l'essai de la « veine scientifique » de son fils. S'il a comme Directeur général M. DUBIEF, l'ami déjà nommé du Recteur de Poitiers, son Directeur d'Études « Sciences » est BOURGET, le père de l'illustre écrivain. Ce dernier, plus jeune que l'élève D'ARSONVAL, n'est encore qu'en secondaire.

Le petit gars Limousin ne pouvait, bien entendu, avoir été envoyé à Paris par sa famille sans qu'on se soit préoccupé de lui ménager là quelques-uns de ces accueils qui, de temps à autre, redonnent aux exilés venus de leur province l'atmosphère du pays aimé. Et c'est ainsi que, pendant son année de préparatoire, ARSÈNE D'ARSONVAL sortait périodiquement chez l'avocat Me LÉONCE DE LA SALLES, lequel était voisin de campagne des D'ARSONVAL à la Porcherie.

Me LÉONCE DE LA SALLES était le neveu de l'illustre avocat LACHAUD, le défenseur passionné de Mme LAFARGE et d'autres causes célèbres. Celui-ci habitait 11, rue Bonaparte, où d'ailleurs une plaque commémorative vient d'être apposée sur la maison. LACHAUD était lui-même un « pays », puisque originaire de Treignac (Corrèze). C'est chez Me LACHAUD, en cette année 1869-1870, que le jeune D'ARSONVAL vit pour la première fois CLAUDE BERNARD. Il l'y rencontra à l'occasion d'une soirée « académique » donnée par l'avocat et par sa belle-mère : la célèbre Mme ANCELOT, qui habitait avec son gendre et était alors très connue par le « salon » qu'elle entretenait jalousement, à l'imitation des fameux salons des époques précédentes (1). CLAUDE BERNARD, qui était de l'Aca-

---

(1) Voir « *Stendhal et le Salon de Madame Ancelot* », Paris, Le Divan, 1932.

démie Française et Sénateur de l'Empire, y était venu avec d'autres illustrations scientifiques, politiques et littéraires.

Quand nous demandons à M. D'ARSONVAL quelle impression lui laissa cette première vision de l'homme auquel il allait, quelques années plus tard, se trouver lié par les attaches les plus fortes : celles de « fils spirituel », de l'homme qu'il ne fit d'ailleurs ce soir-là qu'entrevoir sans lui parler, il nous répond : « L'impression d'un olympien de très grande prestance, mais très simple d'allures et de ton ».

C'est dans cette année-là, 1869, nous dit-il, au cours de vacances, qu'il rapporta à son père, sur la demande que celui-ci lui en avait faite, un instrument de pratique alors fort rare et qui venait d'Allemagne, un thermomètre médical, toujours conservé depuis. Ainsi voit-on que l'usage de prendre la température par un instrument mesureur ne remonte pas à bien loin (1). Le Dr D'ARSONVAL avait en même temps chargé son fils de lui rapporter un autre instrument : le « sphygmographe » enregistreur du pouls, que venait d'inventer le grand physiologiste MAREY. Double preuve que l'ancien préparateur de LAËNNEC n'avait rien perdu, dans la pratique de son art à la campagne, de sa curiosité scientifique et que celle qu'on trouvera si développée en son fils a dû lui venir, pour une bonne part, par legs paternel.

Le concours de Polytechnique auquel aboutit l'année « préparatoire-sciences » est pour juillet 1870 et on s'y prépare avec ardeur. Mais voici que des nuages s'amoncellent à l'Est. L'Empire chancelant et affolé se laisse prendre au piège grossier de BISMARCK ; la guerre est déclarée. Plus de concours. Le jeune homme regagne La Borie et y suit avec les siens, dans l'angoisse des nouvelles qui déferlent, le drame qui s'accomplit. Rappelons en outre qu'en septembre 1870 il y perd sa mère. Le Docteur D'ARSONVAL, pour donner alors une dérivation à leur anxiété et un aliment au besoin d'activité de son fils, l'engage à se faire inscrire comme étudiant en médecine à l'Ecole de

(1) Il faut dire cependant que — si la *pratique* n'avait pas suivi — *l'exemple* datait de beaucoup plus haut, car, dans ses belles études sur Réaumur, le Dr JEAN TORLAIS, de La Rochelle, signale entre autres gloires à l'actif de l'illustre Rochelais, « que c'est Réaumur qui fit la première observation précise du thermomètre médical, un jour de septembre 1734 ». (Dr J. TORLAIS, « *Un centenaire oublié : le thermomètre de M. de Réaumur* », in : Cahiers de Climatologie, 15 oct. 1933 ; et, « *Réaumur : un esprit encyclopédique en dehors de l'Encyclopédie* ». DESCLÉE, de BROUWER et Cie, édit., Paris, 1937, p. 91).

à Mr le Dr D'Arsonval
mon élève et ami Claude Bernard

Fig. 16. — Portrait de CLAUDE BERNARD
donné et dédicacé par lui à son élève.

Plein Exercice de Limoges. Après trois mois, il y est nommé interne à l'hôpital en compagnie de camarades destinés aussi à l'illustration : LOUIS COUTY, qui devait devenir préparateur de VULPIAN et achever sa carrière comme Professeur à Buenos-Ayres ; AUGUSTIN CHARPENTIER, qui devint Professeur de Physique médicale à Nancy. Plus tard, il retrouvera à Paris trois autres camarades du Lycée de Limoges qui l'y avaient précédé : GILBERT BALLET, le futur Professeur de Neurologie de la Faculté de Paris et le Dr PAUL COMBY dont nous avons déjà parlé, le Dr MARQUET, qui mourut maire de Rochechouart et député de la Haute-Vienne.

M. D'ARSONVAL nous dit qu'il eut la grande chance d'avoir pour premier Maître à l'Ecole et à l'Hôpital de Limoges le Professeur de Physiologie BOULLANT, tout à la fois clinicien et déjà physicien, dont il fut l'interne à l'Hôpital et le Préparateur à l'Ecole. C'est BOULLANT qui écrivit, sur l'Osmose, un remarquable mémoire précurseur, publié en 1873 dans le journal de CHARLES ROBIN et M. D'ARSONVAL nous raconte l'avoir souvent aidé pour ses expériences d'osmose à préparer des estomacs de grenouilles et des vésicules biliaires de chevreaux, se faisant en quelque sorte la main en physiologie sous son habile direction. Il fut aussi l'interne à Limoges du Chirurgien BARDINET, celui que tous les anatomistes connaissent pour le « ligament » décrit par lui, BARDINET qui, nous dit encore M. D'ARSONVAL, fut comme un précurseur de l'antisepsie et sauva en 1870 de nombreux blessés avec ses pansements à l'eau salée *extrêmement chaude* dans laquelle on trempait la trop fameuse charpie alors en usage.

C'est de cette époque (1871) que date la première union de M. D'ARSONVAL à une Limogienne restée veuve avec une fillette d'alors trois ans, union que la mort brisa vingt-neuf ans plus tard et qui assura pendant tout ce temps à la jeune illustration grandissante la stabilité d'un intérieur ordonné et distingué, et, grâce à lui, la liberté et l'indépendance d'esprit propices au travail. On verra plus loin, au chapitre III, comment deux ans après cette mort, l'affection du beau-père pour l'enfant qui avait été sa pupille, Mlle Emilie VALADE, devenue jeune fille et femme accomplie, aboutit à perpétuer par un second mariage (1902) les traditions que les trente années précédentes avaient comme ancrées à ce foyer.

Après les trois années d'internat de Limoges, on décide d'aller à Paris pour les épreuves du concours de l'externat des hôpitaux. Le jeune étudiant y fut reçu d'emblée en octobre 1873, et entra aussitôt en fonction dans le service du Professeur JACCOUD à l'hôpital de Lariboisière.

C'est en cet automne 1873 que se place le fait capital de toute la vie de D'ARSONVAL, celui qui va décider de sa destinée et qui nous amènera à commencer ici une très longue parenthèse avant de donner la suite et la fin de ses études médicales qu'on ne retrouvera qu'à la page... Un jour donc de décembre 1873, le 6, le nouvel externe s'en va, en curieux, écouter un cours de CLAUDE BERNARD au Collège de France. Il ne l'avait ni revu ni entendu depuis le Salon de LACHAUD. Aussi est-il tout yeux, tout oreilles. C'est un cours sur la chaleur animale. Or, l'expérience probatrice rate du fait d'un galvanomètre qui ne marche pas. Le jeune D'ARSONVAL est au premier rang. Après la leçon, il inspecte l'instrument, s'aperçoit du défaut de montage et, le cœur un peu palpitant, se permet de le signaler au Maître en même temps qu'il s'offre à le réparer.

Avec cette admirable intuition qui lui faisait deviner les « valeurs », CLAUDE BERNARD a reconnu dans le jeune homme une exceptionnelle intelligence. Il le fait parler et finalement lui offre de venir en « bénévole » suivre les expériences de son laboratoire : le fameux « Laboratoire de Médecine du Collège de France ». (Fig. 18, page 77, chapitre III). Mais laissons M. D'ARSONVAL raconter cette scène dans laquelle tout son avenir se trouvera « déterminé » (1) :

« La vérité, la voici ! A onze heures et demie, après cette inoubliable leçon, CLAUDE BERNARD m'emmena chez lui, 40, rue des Ecoles.

» Là, en tête à tête, d'abord dans son bureau puis à sa table solitaire, il m'interrogea avec une douceur prenante sur ma formation antérieure, mes rêves, mes espoirs, ma famille, etc... Mis en confiance par tant d'affectueuse simplicité, je me livrai tout entier, sans même m'en rendre compte.

» Je dis que j'étais fils et petit-fils de médecins de campagne, en passe de le devenir moi-même. « Je comprends qu'à pareille

(1) Récit fait à l'Assemblée Française de Médecine Générale, pour l'inauguration du Reliquaire de CLAUDE BERNARD au Collège de France, le 6 janvier 1935 (voir le n° de janvier 1935 de la *Médecine Générale Française*).

école, me répliqua le Maître, vous ayez acquis le don d'observation dont vous venez de faire preuve à ma leçon. »

» Cette appréciation tombant de si haut me fit rougir de plaisir et, cédant à un mouvement d'orgueil inconscient, j'ajoutai : « Mon grand-père était l'ami du Baron BOYER et le camarade de DUPUYTREN, nos voisins. Quant à mon père, il a été le préparateur bénévole de LAËNNEC dans votre chaire du Collège de France. »

» La figure de CLAUDE BERNARD s'éclaira alors d'un sourire paternel et je sentis que j'avais encore gagné dans son estime et son cœur.

» Revenant sur le médecin de campagne, il voulut savoir en détail comment il pratiquait en Limousin. Je lui dis que dans nos montagnes, les hameaux étant clairsemés et sans routes, les visites se faisaient à cheval, que, pour les mêmes raisons, les pharmacies étant très rares, le praticien devait emporter, pendue à l'arçon de sa selle, une sacoche contenant quelques rares médicaments ayant fait leurs preuves : opium, quinine, émétique, calomel, éther, digitale, belladone, etc...

» Le médecin de campagne emportait donc et préparait lui-même souvent ses remèdes. Quand il envoyait par hasard chez l'introuvable pharmacien, il savait formuler, art précieux qui tend à disparaître, et où la thérapeutique individuelle trouvait pourtant son compte...

» Les ordonnances de mon père étaient formulées parfois sur d'étranges supports.

» En voici une qui fit ce jour-là la joie de CLAUDE BERNARD et qu'il citait volontiers.

» Appelé dans une maison perdue dans la montagne, mon père constata que sa sacoche ne contenait pas la drogue idoine, il fallait envoyer chez le pharmacien.

» Au moment de formuler, ni lui, ni moi n'avions de quoi écrire, le client encore moins ne sachant pas lire.

» Le médecin de campagne devait être fertile en expédients. Mon père avise une porte blanchie à neuf, taille un fumeron pris au foyer, et écrit son ordonnance sur la porte.

« Attelle tes vaches, dit-il au paysan, et conduis cette porte au pharmacien, il te donnera ce qu'il faut pour ta femme. »

» Nous passâmes ainsi presque toute l'après-midi, CLAUDE BERNARD à me poser des questions, moi à lui répondre et me

hasardant même à lui demander des renseignements, tant l'excellent homme m'avais mis à l'aise.

» En me congédiant, il me dit : « Puisque les expériences vous intéressent, venez y assister quand vous voudrez, cela ne vous empêchera pas de préparer vos examens de médecine. »

Ainsi se termina cette journée pour moi inoubliable, du 6 *décembre* 1873.

» Cette première entrevue vous prouve combien CLAUDE BERNARD, alors à l'apogée de sa gloire, était resté simple et bon et en quelle estime il tenait les bons observateurs que sont les plus modestes praticiens.

» Que de fois l'ai-je entendu dire d'eux : « Ils ne voient que les faits et ne sont point hypnotisés par les théories et les systèmes. »

» Nul doute pour moi que, s'il était encore de ce monde, CLAUDE BERNARD se fût fait une joie de présider une de vos assises.

» L'hommage que vous lui rendez aujourd'hui est donc pleinement justifié.

» Quelques mois après mon entrée au laboratoire, CLAUDE BERNARD me prit comme préparateur et nos relations devinrent de plus en plus intimes, surtout après sa lettre de 1876 où il demandait à mon père de me laisser définitivement auprès de lui. »

Nous trouverons cette lettre au chapitre suivant. Pour achever celui-ci, disons simplement qu'il y avait alors chez CLAUDE BERNARD, comme préparateurs en titre, trois futures célébrités : GREHANT, RANVIER, DASTRE. Bientôt, le nouveau venu est chargé de tout ce qui concerne la partie physique des expériences et il s'en acquitte de telle façon qu'en juillet 1874, CLAUDE BERNARD le fait nommer à son tour préparateur officiel et l'attache ainsi au Collège de France que D'ARSONVAL ne doit plus désormais quitter. BERNARD avait alors 61 ans et le jeune étudiant en médecine, ARSÈNE D'ARSONVAL, 23.

En même temps que nous allons le voir, au chapitre suivant, évoluer de 1874 à 1878 dans cette atmosphère d'intense curiosité scientifique qu'est le laboratoire de CLAUDE BERNARD, nous le verrons parallèlement achever ses études médicales, et puis « se déterminer » définitivement, sous la tutélaire protection de celui qui l'a distingué, vers la carrière des Sciences pures, échappant, a-t-il dit malicieusement un jour, en parlant de la profession

d'Esculape, « au danger que je redoutais..., danger que je jugeais plus grand encore pour la clientèle paternelle ! » Mais ce n'est là à coup sûr, qu'une « boutade », car, avec les dons remarquables et quasi universels dont il était pourvu, l'orientation purement médicale du jeune préparateur n'eût pas manqué d'enrichir abondamment la profession sur le terrain de la pratique quotidienne, s'il s'y était adonné. Ne l'a-t-il pas d'ailleurs — comme nous allons le voir — enrichie de mille autres façons, et ce n'est pas sans raison que le Maître — dédaignant les titres de « Professeur » et autres « poncifs » — n'a jamais signé ses innombrables communications et sa correspondance autrement que : DOCTEUR D'ARSONVAL. Nous avons, nous, médecins, quelque raison d'en être fiers !

CHAPITRE III

1874 à 1878

LE PREPARATEUR DE CLAUDE BERNARD

SOMMAIRE

CLAUDE BERNARD tel que d'ARSONVAL nous l'a raconté. — Le « Caveau » qu'illuminaient l'intérêt des recherches et la bonne humeur du Maître et des Elèves. — Les visiteurs du dehors attirés par la nouveauté et la grandeur des conceptions. — Deux habitués du Caveau : BERTHELOT, PASTEUR et les joutes du « Chimisme intégral » et du « Vitalisme » ; position philosophique de CLAUDE BERNARD. — Les deux ressorts fondamentaux de son esprit : intuition imaginative *puissante et* self-critique expérimentale *impitoyable ; les disciplines de la Méthode Bernardienne. — Le « coup d'œil » de CLAUDE BERNARD. — La place faite à d'ARSONVAL dans les travaux du « Caveau » de 1874 à 1878 ; « Chaleur » et « Electricité » animales. — Les sentiments du Patron pour son jeune élève ; lettre de CLAUDE BERNARD au Dr d'ARSONVAL Père. — Achèvement des études médicales et thèse de Doctorat. — Les derniers mois de CLAUDE BERNARD et les secrets travaux confiés à d'ARSONVAL. — Les notes posthumes.*

« J'ai vu peu de jeunes gens aussi bien doués pour la culture des Sciences. »

Lettre de CLAUDE BERNARD (6 juillet 1876).

De ces années en contact quotidien avec CLAUDE BERNARD et avec ses illustres collègues du Collège de France, BERTHELOT, RENAN, etc..., quelle provision de travaux, de souvenirs et de mémorables anecdotes que nous allons par la suite retrouver !

Mais, avant de les rappeler, peut-être n'est-il pas inutile d'esquisser rapidement les humbles origines et la prodigieuse évolution du Maître du lieu, alors dans tout l'éclat de ses découvertes et de sa gloire, en nous servant de l'évocation même que M. D'ARSONVAL nous en a fait si souvent. C'est qu'en effet CLAUDE BERNARD devait élire son jeune préparateur comme son fils intellectuel et l'exécuteur de son testament scientifique. Ainsi, rapporter brièvement l'histoire du grand physiologiste, c'est encore préparer l'histoire du fils par celle même du père (1).

---

(1) Outre les « souvenirs » de M. D'ARSONVAL, ici rapportés et les autres « documents » cités en cours de récit ou en notes, ceux qui désireraient approfondir l'histoire de CLAUDE BERNARD n'oublieront pas de relire aussi les chapitres qui lui furent consacrés par RENAN, PAUL BERT et ARMAND MOREAU, sous le titre : « L'Œuvre de CLAUDE BERNARD » (J.-B. Baillière et Fils, éditeurs, 1881) ; l'Eloge prononcé par PH. VAN THIEGHEM à l'Académie des Sciences en décembre 1910 ; les discours du Centenaire de la Naissance en 1913 ; le CLAUDE BERNARD du Professeur J.-L. FAURE ; les deux notices du Docteur GENTY, bibliothécaire de l'Académie de Médecine, dans les Biographies Médicales ; l'article du Professeur PIERRE MAURIAC, dans *La Revue hebdomadaire* du 17-11-27, et ceux du Professeur H. ROGER, dans *La Presse Médicale*, articles où deux philosophies différentes s'affrontent, etc..., etc... Les Œuvres Complètes de CLAUDE BERNARD ont été publiées par la Librairie Baillière.

Né à Saint-Julien (Rhône), en 1813, d'une modeste famille paysanne, CLAUDE BERNARD, après quelques années d'études au collège de Villefranche, puis de Thoissey, était venu à Lyon, vers l'âge de 15 ans, comme « garçon-potard », c'est-à-dire « élève en pharmacie ». Et c'est, nous explique notre illustre conteur, ce qui peut-être décida de sa vocation scientifique.

En effet, tous les ans, il y avait, à la dite pharmacie lyonnaise, liquidation générale des fonds de bocaux... du moins de ceux qui avaient perdu toute étiquette. Alors, le patron pharmacien disait au jeune CLAUDE : « Monte tous ces résidus au grenier. En les mélangeant, on en fera de la thériaque », la thériaque, comme la garde à Waterloo...

...suprême espoir et suprême pensée !

bonne pour toutes les maladies, précisément parce qu'on ne sait plus de quoi elle est faite ! Le « patron » pharmacien ne répondait-il pas aux timides objections de son jeune élève un peu suffoqué d'une pareille solution : « Ne t'en fais pas... la Nature saura bien s'y retrouver mieux que nous ! »

C'est pourtant cela que le jeune CLAUDE BERNARD, dans sa grande honnêteté et simplicité, ne pouvait digérer et qui peut-être, plus tard dans la vie, lui fit garder en Sciences l'horreur d'empirismes aussi pauvres et aussi lamentables.

Toujours est-il qu'alors peu séduit par de telles occupations, et mû aussi par la tentation commune à la jeunesse de cette époque de faire parler de soi dans le monde brillant des lettres, il se mit à écrire. Il eut même une comédie-vaudeville : *La Rose du Rhône*, jouée sur un petit théâtre de Lyon et qui lui donna l'ambition de plus grands succès. Et c'est après avoir écrit, entre 20 et 21 ans, une tragédie (en cinq actes, bien entendu) : « Arthur de Bretagne », qu'il prit la route de Paris. Alors l'espoir qui sans doute lui fit le plus battre le cœur fut celui d'être reçu et « apprécié » de SAINT-MARC-GIRARDIN (un Limousin encore celui-là !), professeur de Lettres à la Sorbonne, dont l'opinion critique faisait alors la loi.

Hélas, après un coup d'œil sur « Arthur de Bretagne », SAINT-MARC-GIRARDIN rendit le manuscrit à l'auteur haletant, en lui disant ces simples mots : « Jeune homme, continuez donc à faire de la pharmacie ou de la médecine. » Et ainsi, ce jour providentiel, CLAUDE BERNARD fut rendu à la Science.

Il a donc suivi le conseil de SAINT-MARC-GIRARDIN et abandonné

la littérature imaginative, ce « jeune homme » que l'admirable élégance de ses descriptions scientifiques mènera pourtant un jour à l'Académie Française. Il a passé l'internat des Hôpitaux et nous le retrouvons dans cette fonction à « La Pitié », chez l'illustre MAGENDIE. Il s'y révéla, nous rapporte M. D'ARSONVAL, avec des dons extraordinaires d'anatomiste et d'expérimentateur, à tel point qu'un jour BERNARD apporte une préparation tout à fait « épatante » de nerfs craniens, que MAGENDIE avait, lui, médiocrement réussie. Et le « Patron » en convient par cette boutade : « Tiens, continue ; tu es plus fort que moi. »

C'est plus d'une fois que MAGENDIE, qui se l'est attaché comme préparateur, est ainsi amené à constater l'excellence de son élève, non sans une certaine acrimonie qui pesa longtemps sur leurs relations. Ce fut CLAUDE BERNARD, en effet, qui redémontra ce que le Patron avait pu observer une seule fois et qu'on n'avait jamais pu reproduire depuis, à savoir : la sensibilité récurrente des nerfs. BERNARD observe, en effet, que pour la faire apparaître, il faut mettre l'animal dans de certaines conditions où MAGENDIE s'était trouvé par hasard une fois, mais qu'il n'avait pas su depuis reconstituer.

Tout en demeurant ainsi préparateur de MAGENDIE, BERNARD achevait le cycle officiel de ses études médicales par l'obtention du doctorat en 1843, avec comme sujet de thèse : « DU SUC GASTRIQUE ET DE SON RÔLE DANS LA NUTRITION ». Puis, il s'installait et exerçait dans le quartier des Ecoles, lié d'une intime amitié qui ne se démentit jamais avec un autre futur savant et praticien de génie, le grand DAVAINE (fig. 25) — celui-là qui ayant vu, et bien vu, dès 1863 la bactéridie charbonneuse, fut loin d'en tirer le parti que PASTEUR devait quelques années plus tard (1877), si brillamment développer — et avec également une autre future illustration médicale, LASÈGUE.

« Leur liaison — écrit dans une lettre de souvenirs adressée en 1906 à M. D'ARSONVAL par le Dr TRIPIER, qui fut secrétaire de CLAUDE BERNARD de 1854 à 1865 — datait d'un temps où, étudiants puis jeunes docteurs, ils s'étaient connus dans un pensionnat de demoiselles, LASÈGUE, professeur de littérature (!), et BERNARD, d'histoire naturelle ; je ne sais plus ce qu'y enseignait DAVAINE. »

Cependant qu'il s'employait à gagner sa vie quotidienne, — et combien péniblement, puisqu'un moment donné il avait songé pour ajouter une corde à son arc, c'est-à-dire des petits revenus

à sa vie difficile, à fonder un commerce de volailles et gibiers injectés par la carotide avec les sauces les plus variées — BERNARD continuait de servir la Science pure par la préparation de son Doctorat ès Sciences, qu'il devait passer dix ans plus tard, en 1853, avec la fameuse thèse : « RECHERCHES SUR UNE NOUVELLE FONCTION DU FOIE CONSIDÉRÉ COMME ORGANE PRODUCTEUR DE MATIÈRE SUCRÉE CHEZ L'HOMME ET LES ANIMAUX ».

Entre temps il s'était présenté (1844) à l'Agrégation de la Faculté de Médecine et, bien entendu, n'y apportant que son seul génie, y avait échoué. On lui préféra AUGUSTIN BÉCLARD, lequel confessait d'ailleurs ouvertement la supériorité de son concurrent, mais en y apportant le correctif suivant : « Il n'est pas douteux que CLAUDE BERNARD m'est infiniment supérieur comme chercheur. Mais, il s'agit d'une chaire d'Enseignement. Alors, j'enseignerai bien mieux que lui ce qu'il découvrira. » Admirable formule d'apaisement à proposer à la conscience des candidats reçus pour leur mémoire, vis-à-vis de leurs concurrents plus profonds... et moins soutenus ! Cela avait à tout jamais dégoûté BERNARD des « concours » et il contribua puissamment à en préserver D'ARSONVAL.

Mais, en 1855, MAGENDIE mourant s'était chargé d'imposer à l'attention générale son préparateur, le désignant au choix de ses collègues comme son successeur. Se départissant en ses derniers jours de sa froideur pour BERNARD, il lui avait dit : « Avec toi, je suis bien tranquille; ma chaire ne tombera pas en quenouille. » Et c'est ainsi que nous rejoignons CLAUDE BERNARD, professeur au Collège de France.

Mais, pour bien comprendre ce qui va suivre, il est nécessaire que nous touchions encore un mot de sa « situation privée », à l'époque où D'ARSONVAL va devenir son préparateur.

CLAUDE BERNARD s'était marié en 1845 à une demoiselle MARIE FRANÇOISE MARTIN, dont il eut quatre enfants : un fils, en 1846, mort à quelques mois ; puis, deux filles ; et à nouveau un fils en 1856, mort à 15 mois. Mais une incompréhension totale de sa vie scientifique et une extrême nervosité de la part de sa compagne (1) l'amena, après bien des années, en 1869, à une séparation. Dans la lettre de souvenirs écrite à M. D'ARSONVAL en 1906 par le Dr TRIPIER, on trouve ce joli passage : « Parmi les

(1) Lire dans « *Les Veuves abusives* », par ANATOLE DE MONZIE (Bernard Grasset, éditeur), le chapitre qui lui est consacré.

amis qui lui étaient le plus dévoués, on ne saurait oublier le chimiste PELOUZE, dans le laboratoire duquel BERNARD avait débuté et qui ne cessa de lui porter le plus vif intérêt. Pour retenir BERNARD à Paris, dans un moment où celui-ci était à peu près décidé à aller à Saint-Julien exercer la médecine, PELOUZE l'avait marié; et, loin de sauver la situation, cet événement l'avait aggravée. Une quinzaine d'années après, PELOUZE me disait : « Faut-il que BER-

Fig. 17. — Angle Nord-Ouest du Collège de France, entre la rue Saint-Jacques (vue en perspective montante) et la rue des Écoles (vue en transversale, avec l'amorce de son petit square planté). Ce pavillon d'angle contient les Laboratoires et Salles de cours où enseignèrent CLAUDE BERNARD, BROWN-SEQUARD, D'ARSONVAL. (Dessin de M. G. Hanotaux fils.)

NARD ait un bon caractère ; il ne m'en a jamais voulu de l'avoir marié. » Lorsqu'ARSÈNE D'ARSONVAL devint son préparateur au Collège de France en 1874, BERNARD avait quitté l'appartement de la rue du Luxembourg et était venu habiter au 40 de la rue des Écoles, en face du Collège de France.

Déjà il était allé passer presque complètement les années 1865 et 1866 à Saint-Julien, chez sa mère, pour s'y soigner d'une première atteinte hépatique, souvent visité alors par son fidèle ami et camarade dévoué, le Docteur DAVAINE. C'est pendant ce séjour

à Saint-Julien en 1865-1866 qu'il mûrit et acheva sa fameuse « Introduction à l'Etude de la Médecine Expérimentale ». Celle-ci n'avait d'abord été conçue, en 1862, que comme une courte préface du « Traité de physiologie opératoire », dont il ambitionnait de faire son œuvre maîtresse. Mais les idées affluèrent au point de fournir la matière d'un volume indépendant, « l'Introduction », tandis que le « Traité de physiologie opératoire » ne devait être publié qu'en 1879, un an après sa mort, par MATHIAS DUVAL, sur les notes dictées par le Maître à M. D'ARSONVAL et mises en ordre par ce dernier.

C'est donc au 40, rue des Ecoles, où BERNARD — malade à Saint-Julien en 1870-1871 — était revenu après la guerre, que D'ARSONVAL, de 1874 à la mort du Patron en 1878, travailla souvent avec lui, en supplément des heures passées au laboratoire d'en face. Et ce sont des souvenirs des quatre années ainsi vécues, que nous devons à l'extrême obligeance de M. D'ARSONVAL de pouvoir rapporter.

CLAUDE BERNARD, en 1874, était au comble de la gloire et des honneurs. Professeur de la Chaire de Médecine au Collège de France, où il avait succédé en 1855 à MAGENDIE, il était devenu en outre titulaire à la mort de FLOURENS, en 1868, d'une chaire au Muséum : la « Chaire de Physiologie comparée des animaux », transformée sur sa demande en « Chaire de Physiologie générale ».

Ainsi, ses occupations l'amenaient à faire une fréquente navette entre le Collège, rue des Ecoles, et le Muséum, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. Il était, en plus, membre de l'Académie Française depuis cette même année 1868, et Sénateur de l'Empire depuis 1869.

C'est toujours au Collège de France d'ailleurs que se passait le plus et le meilleur de son temps, et que se poursuivaient ses grandes expériences, dans ce « laboratoire-caveau » qu'ont si souvent évoqué ceux qui ont écrit du Maître. En voici, par exemple, une courte description prise dans la « Notice sur la vie et les travaux de CLAUDE BERNARD » lue, dans la séance publique annuelle de l'Institut de France du 19 décembre 1910 », par le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, PH. VAN TIEGHEM, qui avait été son élève.

« C'était une sorte de cave — PAUL BERT, qui y a vécu, a dit une « tanière » — obscure, humide, mal ventilée et insalubre, où sa constitution, pourtant très robuste, eut beaucoup à souf-

Fig. 18. — Le Laboratoire de CLAUDE BERNARD au Collège de France, tel que reconstitué dans le célèbre tableau du peintre Lhermitte (Salon de 1890). Ce tableau décore actuellement le vestibule du Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

frir et à la longue s'altéra ; peut-être même y a-t-il contracté le germe de la maladie qui l'a emporté. BERTHELOT, qui la connaissait aussi et n'en doutait pas, a osé dire : « Elle a dévoré BERNARD. »

On va l'y voir pourtant, pendant ces années de 1874 à 1878, poursuivre avec ses préparateurs la merveilleuse chaîne de ses géniales intuitions, les confirmant — ou les infirmant — d'expériences auxquelles D'ARSONVAL se trouve intimement mêlé, et où, somme toute, commence sa propre histoire scientifique.

Dans ce caveau que nous verrons aussi s'animer de tant de visiteurs illustres, aux jours de réception, s'accomplissaient donc, aux heures graves et silencieuses du travail, de minutieuses expériences où tous les fronts, tous les yeux étaient tendus vers l'observation et l'enregistrement du phénomène, insensibles à d'autres préoccupations. C'est ce qu'exprime si bien le célèbre tableau de LHERMITTE, peint plusieurs années après la mort de CLAUDE BERNARD — puisque pour le Salon de 1890 — mais sur des documents originaux scrupuleusement respectés par l'artiste (fig. 18).

Regardez ! Auprès du Maître, semblant s'être interrompu dans l'expérimentation qu'il poursuit pour écouter une observation lancée par DUMONTPALLIER, on aperçoit, le plus proche de BERNARD à sa droite et penché de face, D'ARSONVAL. Il a lui-même à sa droite PAUL BERT tourné vers l'interlocuteur. Puis — après DUMONTPALLIER — se succèdent en descendant de la gauche vers la droite : GRÉHANT, debout avec son grand cache-nez à carreaux et sa serviette à la main ; MALASSEZ assis ; puis un aide (incliné en avant) ; enfin BASTRE, tenant le registre des observations. A la gauche de CLAUDE BERNARD, le vieux garçon de laboratoire, le « père LESAGE », dont nous aurons l'occasion de souligner ultérieurement le touchant attachement, en le montrant quelques années plus tard « en difficulté » avec le successeur de CLAUDE BERNARD, BROWN-SEQUARD.

Mais la vie au Laboratoire entre le Maître et les Préparateurs n'était pas que tension d'esprit, fronts plissés, conversations sévères.

Malgré les tristesses et les déceptions de sa vie familiale, malgré le rêve scientifique intérieur qui était devenu l'inséparable compagnon de sa solitude, malgré les atteintes deux fois surmontées de la maladie, CLAUDE BERNARD, doué d'une grande vitalité et aimant la vie, savait se dérider et sourire aux gaietés

de cette jeunesse qui lui faisait cortège. Et c'étaient encore de bons moments dans sa journée que ces fusées de gaieté espiègle et de taquineries entre ses « carabins », comme y incite toujours la joie d'une expérience réussie et le besoin de détente d'une jeunesse contenue.

Oui, CLAUDE BERNARD, dont l'âme avait tant de raisons d'être grave et triste, souriait aux petites « blagues » que se faisaient ou se disaient ses préparateurs, et c'est M. D'ARSONVAL qui nous laisse deviner la vraie physionomie du caveau, en ces secondes-là, en nous contant quelques-unes d'entre elles.

Au surplus, est-ce dans le beau discours qu'il prononça à la mémoire de son camarade du caveau, le grand physiologiste DASTRE, lors de l'inauguration de son buste au Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne, le 26 mai 1928, que nous allons en prendre le récit. Parlant de son ami disparu, M. D'ARSONVAL s'exprime ainsi, au passage que nous extrayons :

« Notre collaboration aux travaux du Maître devenait chaque jour plus étroite et plus affectueuse à la grande joie de ce dernier qui nous distribuait ainsi nos tâches :

» A DASTRE, le côté chimique et la rédaction des recherches ;

» A moi, la partie physique et technique.

» Mon camarade a toujours eu une notion tout à fait relative du temps. Aussi s'oubliait-il parfois plus que de raison à l'École Normale. Quand il arrivait au Collège, nous étions depuis longtemps au travail et CLAUDE BERNARD accueillait le retardataire par cette exclamation : « Ah ! voilà enfin notre météore (1). »

» DASTRE exposait alors la cause du retard, dû généralement à une discussion philosophique et scientifique qu'il soumettait au jugement du Patron ; puis, pour rattraper le temps perdu, il me demandait le but de l'expérience en cours, faisant des objections et des critiques parfaitement fondées d'ailleurs.

» Mais, comme il n'avait pas assisté aux préliminaires, il ignorait qu'on en eût tenu compte d'avance. CLAUDE BERNARD le lui apprenait en souriant. Ces petites taquineries mutuelles amusaient le Maître et se terminaient d'ordinaire par un éclat de

---

(1) Jeu de mots que CLAUDE BERNARD faisait ainsi sur le nom de DASTRE. M. D'ARSONVAL nous dit encore que souvent CLAUDE BERNARD s'exclamait : « D'Astre pareil, je n'en ai jamais vu », et qu'aussi il soulignait fréquemment l'esprit critique pointilleux du jeune normalien par ces mots : « D'ARSONVAL, enlevez donc ce verre, l'astre va s'y noyer. »

rire général. Heureux temps ! qu'il m'est à la fois si doux et si pénible de revivre un instant. »

Telle était donc la vie du caveau, entre Maître et Elèves, à cette époque de 1874 à 1878.

Mais, comme nous l'avons dit, le caveau s'ouvrait certains jours et certaines heures à des visiteurs de marque. Sans que pour cela soit jamais coupée la chaîne des expériences en cours, c'était occasion et prétextes à de hautes discussions, à de passagères digressions sur les thèmes qu'avec eux-mêmes apportaient les visiteurs.

D'abord, CLAUDE BERNARD y recevait ou ramenait régulièrement, le lundi, des collègues de l'Académie des Sciences, dont aujourd'hui encore c'est le jour de séance. Par un motif semblable il revenait souvent le mardi avec des membres de l'Académie de Médecine (d'ailleurs les moins assidus, nous dit plaisamment M. D'ARSONVAL, avec un fin sourire), et le jeudi avec des collègues de l'Académie Française, aux séances de laquelle il était très fidèle.

M. D'ARSONVAL se souvient d'avoir vu une fois au « labo », VICTOR HUGO qui, ce jour-là, s'y montra « ampoulé à souhait », en faisant l'éloge de la forme : « Antithèse » dans l'expression littéraire, et en donnant comme exemple la péroraison du discours qu'il se proposait de faire le lendemain aux obsèques de GEORGE SAND : « Je pleure une morte et je salue une immortelle » !

Il y vit souvent ALEXANDRE DUMAS fils, dont l'âme dramatique s'intéressait aux expériences sur le « curare » et dont on s'amusait au « labo » à rappeler les bons mots sur son illustre père, mort en 1870, le DUMAS au teint olivâtre et aux cheveux crépus dont son fils avait dit : « Mon père est tellement orgueilleux qu'il s'asseoit à côté de son cocher... pour faire croire qu'il a un nègre » ou encore : « Mon père ! Un enfant que j'ai eu quand j'étais jeune ».

Mais les visites qui intéressaient certainement le plus ce milieu scientifique, c'étaient d'abord les allées et venues des illustres Collègues du « Patron » au Collège de France.

Le Collège comptait à cette époque comme administrateur : DE LA BOULAYE — celui-là même qui sous la présidence de MAC-MAHON, avait répondu au Ministre de l'Instruction Publique, M. DE CUMONT, venu en visiteur et qui lui disait, en désignant le troisième étage : « Et là-haut, qu'est-ce que vous avez ? — « Là-haut, Monsieur le Ministre, mais ce sont nos dortoirs. »

Et le Ministre, se souvenant sans doute de ceux de son « petit Séminaire », était parti convaincu que les Maîtres de l'Illustre Maison couchaient là... sous une bonne surveillance ! Sait-on, en effet, jamais ce qui peut arriver avec ces enfants que sont les savants ?

A DE LA BOULAYE devait succéder comme administrateur, RENAN (fig. 19), qui était à cette époque titulaire de la Chaire d'Hébreu et

Fig. 19. — ERNEST RENAN, titulaire de la Chaire d'Hébreu au Collège de France au temps de CLAUDE BERNARD, puis Administrateur du Collège (gravure extraite de l'Histoire de la Nation Française).

venait souvent au laboratoire de CLAUDE BERNARD assister aux expériences et causer philosophie ; RENAN qu'on taquinait quelquefois, comme ce jour où PASTEUR étant venu prendre du sang sur un chien que lui avait préparé D'ARSONVAL, et ayant apporté à cette cérémonie tous les soins aseptiques de la méthode nouvelle : blouse et calotte blanche ; lavage minutieux des mains ; pipettes et ballons stérilisés ; cotons flambés, le chimiste BERTHELOT poussant du coude l'ex-Sulpicien lui dit : « Dites donc, RENAN, et avec ça, vous n'auriez pas une petite formule d'exor-

cismes ? » Et cela correspondait bien à l'impression de tous les assistants, quelque peu ébahis par cette nouveauté, dans laquelle ils ne devinaient guère la « révolution scientifique » qu'elle portait en germe. Un, cependant : CLAUDE BERNARD, comme nous aurons occasion de le montrer plus loin.

Fig. 20. — MARCELIN BERTHELOT titulaire de la Chaire de Chimie, et qui était l'un des « assidus » du Laboratoire de CLAUDE BERNARD (gravure extraite de l'Histoire de la Nation Française).

La chaire de physique était occupée par un autre assidu du Laboratoire : VICTOR REGNAULT qui, en 1862, y avait succédé au premier maître de PASTEUR en cristallographie, le célèbre BIOT. Rappelons que VICTOR REGNAULT était le père du peintre HENRI REGNAULT des « Dernières Cartouches », et de l' « Exécution à Tanger », tué en 1871 à la bataille de Buzenval, sous Paris.

Et puis venait aussi le grand mathématicien HERMITTE, beau-père d'EMILE PICARD. HERMITTE était Professeur d'analyse mathématique au Collège et avait comme collègue dans une autre chaire mathématique, JOSEPH BERTRAND, alors Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. C'est à BERTRAND que CLAUDE BERNARD,

Fig. 21. — LOUIS PASTEUR, fréquent visiteur de CLAUDE BERNARD et qui allait lui-même « de découvertes en découvertes » (dessin de Mme C. Hanotaux fils, d'après une photographie obligeamment prêtée par le Professeur PASTEUR VALLERY-RADOT).

peu convaincu de la puissance démonstrative des mathématiques, disait un jour devant M. D'ARSONVAL : « Il y a quelqu'un qui est bien plus fort que vous en intégrales. C'est le chien que j'ai là en expérience. », ce qui voulait exprimer que, dans un problème de biologie, il n'y a que la « réponse expérimentale » de l'animal qui tient compte à coup sûr de tous les facteurs.

Venait souvent encore l'illustre MAREY, titulaire de la Chaire

d'Histoire Naturelle des Corps organisés et qui avait son laboratoire de l'autre côté de la courette. Il avait alors pour préparateur FRANÇOIS FRANCK, celui-là qui, travaillant spécialement l'innervation circulatoire, était en même temps un praticien distingué, élève de POTAIN, et devint plus tard membre de l'Académie de Médecine.

MAREY, bourguignon très fin, créateur de la méthode graphique et précurseur immédiat de la cinématographie, était très « accordé » d'esprit avec D'ARSONVAL à qui il disait souvent : « SONVAL, SONVAL, vous devriez être mon préparateur. » De fait, les deux années de brouille que D'ARSONVAL eut avec BROWN-SÉQUARD, il alla les passer au Laboratoire de MAREY, et c'est dans le Bulletin des travaux du dit laboratoire rattaché à l'Ecole pratique des Hautes Etudes, que fut publié le premier grand travail d'ensemble de D'ARSONVAL, en 1882, sur la calorimétrie animale.

Fréquentes visites du chimiste BALARD, le découvreur du brome, à qui BERTHELOT succéda comme professeur de chimie au Collège en 1876. BALBIANI était alors titulaire de la Chaire d'Embryologie comparée dans laquelle il avait succédé à COSTE, le fondateur du Laboratoire marin de Concarneau. Avec son préparateur HENNEGUY c'est très souvent qu'ils venaient visiter CLAUDE BERNARD et contribuaient à l'étonnant foyer d'idées dont le « caveau » — malgré son nom — était le centre.

Un SAINTE CLAIRE DEVILLE, CHARLES, était professeur de géologie et avait pour frère le Professeur de Chimie à l'Ecole Normale HENRI, lequel venait souvent égayer le laboratoire par les spirituelles drôleries qu'il ne manquait jamais aucune occasion de faire, comme ce jour où un Inspecteur de la Cour des Comptes étant venu lui demander raison de 9.000 francs attribués à l'achat de « glaces » en vue d'expériences, DEVILLE répondit : « Vous voulez voir les preuves, Monsieur ? Eh bien ! venez donc dans la cour et je vais vous en présenter... l'eau de fusion. »

Bien entendu, l'Ecole Normale descendait fréquemment vers le Laboratoire, non seulement avec DEVILLE et CAILLETET, le liquéfacteur des gaz permanents, mais avec PASTEUR, Directeur des Etudes, sur qui nous nous arrêterons longuement tout à l'heure, PASTEUR accompagné de son préparateur CHAMBERLAND, etc...

La Sorbonne y venait avec le Professeur de Philosophie JANET contre qui CLAUDE BERNARD engageait le fer sur le chapitre des causes finales, blaguant JANET sur les melons qui ont des côtes

afin qu'on puisse les partager, et autres classiques taquineries à l'adresse des doctrines finalistes.

Les visites de PAUL BERT (qui lui avait succédé comme Professeur de Physiologie à la Sorbonne, lorsqu'en 1868 il avait quitté cette chaire pour le Muséum) étaient pour BERNARD d'une grande dilection. C'est que, nous dit M. D'ARSONVAL, PAUL BERT était un esprit remarquablement intelligent ; admirable enseigneur en même temps qu'homme d'une rare énergie et d'un besoin d'action extraordinaire. Ayant le goût de commander et de diriger, il devait tout naturellement s'orienter vers la politique pour faire prévaloir ses idées — ce sur quoi BERNARD le plaisantait gentiment en lui disant : « Mon pauvre BERT, depuis que vous faites de la politique, vous êtes devenu *un affirmeur*, c'est-à-dire que vous avez cessé d'être un homme de science. » M. D'ARSONVAL nous rappelle que c'est à ce grand esprit et grand cœur qu'il dut en 1882 le « Laboratoire de Physique biologique du Collège de France » que PAUL BERT, alors Ministre de l'Instruction Publique, lui fit créer, répondant à un vœu souvent exprimé par CLAUDE BERNARD. Ce laboratoire fonctionna d'abord dans des locaux de fortune, au 25, de la rue de la Montagne-Sainte-Geneviève, avant de s'installer rue Claude-Bernard, et finalement en 1910 à Nogent, où nous l'avons visité en commençant.

Et puis, vers le caveau de la rue des Ecoles déferlait encore le Muséum avec ses nombreux Professeurs, retraités ou en activité ; avec par exemple le vieux CHEVREUL, âgé alors de 90 ans (puisqu'il ne devait mourir qu'en 1889 à 103 ans), CHEVREUL qui disait un jour au jeune D'ARSONVAL : « Ah, jeune homme, vous êtes Limousin ! Vous êtes donc du pays du petit GAY-LUSSAC que j'ai eu comme préparateur. » Le petit GAY-LUSSAC, qui était devenu depuis longtemps le grand GAY-LUSSAC, était, lui, déjà mort depuis 1850 !

Du Muséum encore, le grand physicien, ANTOINE-CÉSAR BECQUEREL, l'officier polytechnicien du Premier Empire passé à la Science pure, où il a « marqué », en électricité principalement, par tant de géniaux aperçus et tant de belles réalisations pratiques — ANTOINE-CÉSAR, l'ancêtre de la dynastie des BECQUEREL et qui devait mourir, comme CLAUDE BERNARD, en 1878, mais chargé d'ans puisqu'il en avait alors 90. Nous venons de dire : l'ancêtre d'une dynastie. C'est qu'en effet l'un de ses fils, EDMOND, également physicien et découvreur, lui succéda à ce titre dans

la chaire de Physique du Muséum, chaire qu'il devait lui-même passer à son tour à son fils HENRI, celui-là qui, en 1896 (un an après les Rayons de RŒNTGEN) découvrait les radiations invisibles spontanément émises par l'Uranium. C'est par elles, on s'en souvient, que commençait la magnifique carrière de la Radio-activité qui, deux ans plus tard, devait conduire M. et Mme PIERRE CURIE à la découverte du Polonium puis du Radium,

Fig. 22. — ANTOINE-CÉSAR BECQUEREL (1788-1878), ancêtre d'une « dynastie » de grands savants, visiteur fréquent, lui aussi, comme son fils EDMOND et son petit-fils HENRI, du Laboratoire de CLAUDE BERNARD (gravure de l'Histoire de la Nation Française).

précisément dans les résidus des minerais ayant fourni l'Uranium. Les BECQUEREL (ANTOINE-CÉSAR et EDMOND) furent, jusqu'à la mort de CLAUDE BERNARD, des fidèles du « Caveau » où ils apportaient leurs aperçus originaux sur l'avenir de la Physique.

EDMOND PERRIER, normalien brillant, très copain de DASTRE, était aussi à ce moment candidat au Muséum, et c'était DASTRE qui pilotait PERRIER auprès de CLAUDE BERNARD. Il se trouvait encore qu'EDMOND PERRIER était lui-même de Tulle, et un peu parent à D'ARSONVAL. Or, comme PERRIER s'était rendu célèbre

à cette date par la découverte d'un certain ver dont il avait été beaucoup parlé, CLAUDE BERNARD disait finement à ses préparateurs qui l'avaient fait mousser : « Dites donc, il en a tout de même de la chance PERRIER que ce ver, et vous, vous existiez. » Les MILNE EDVARD père et fils, fameux zoologistes du Muséum, ne manquaient pas non plus de venir au laboratoire de la rue des Ecoles.

Fig. 23. — EDMOND BECQUEREL (1820-1891), fils d'ANTOINE-CÉSAR, et père d'HENRI BECQUEREL le découvreur de la radio-activité (gravure de l'Histoire de la Nation Française).

Encore un grand assidu, le célèbre histologiste RANVIER, qui était alors Directeur du Laboratoire d'histologie des Hautes Etudes, Laboratoire que CLAUDE BERNARD avait fait créer pour lui et qui fut transformé ultérieurement en Chaire d'Anatomie Générale au Collège de France. RANVIER avait, à cette époque, comme jeune préparateur, un futur histologiste de grand renom : CORNIL.

Enfin, on ne peut omettre de rappeler en cette place toute cette jeunesse de préparateurs ou d'étudiants des Sciences ou de la Médecine, fréquentant les cours et le Laboratoire et avec

lesquels D'ARSONVAL eût l'occasion de se lier d'amitié. Nous en avons cité plusieurs. Il en est un qu'il convient de particulièrement évoquer (fig. 24) : c'est CHARLES RICHET (aîné de D'ARSONVAL par quelques mois) puisque, pendant plus de soixante ans, c'est-à-dire jusqu'à la mort récente de l'illustre Professeur de Physiologie de la Faculté de Médecine, l'intimité de RICHET et de D'ARSONVAL fut de tous les jours. Ils s'étaient connus au Collège de France, en 1877, alors que CHARLES RICHET travaillait à la fois chez BERTHELOT sa thèse de Doctorat ès Sciences et chez MAREY la méthode graphique. Et voici le touchant rappel de ce temps et de cette intimité que faisait, dans le *Matin* du 16 décembre 1935, M. D'ARSONVAL, au lendemain de la mort de son ami :

« Nos relations remontent à près de soixante ans, je l'ai connu au Collège de France peu de temps avant la mort de CLAUDE BERNARD. Nos atomes s'accrochèrent tout de suite. Je rencontrais ce grand jeune homme, à peine mon aîné de quelques mois, pensif et sympathique, dans tous les recoins du Collège de France. « Je travaille chez BERTHELOT », me disait-il un jour ; « je viens de consulter RANVIER ou BALBIANI ou MASCART », me disait-il le lendemain. D'autres fois je le voyais sortir d'un cours de littérature, de philosophie, d'économie politique, voire d'égyptologie.

» Sa curiosité, son besoin de savoir étaient insatiables. Mais c'est chez MAREY surtout que nous avons vécu en intimes ; j'y faisais de la calorimétrie, CHARLES RICHET y venait se familiariser avec la méthode graphique.

» En réalité, c'est là qu'il se passionna pour l'aviation et dépensa des sommes considérables en essais avec TATIN.

» Devenus intimes, je le taquinais parfois : « Tu fais des infidélités à la Faculté, on ne voit que toi au Collège », lui disais-je en riant. « Quoi d'étonnant, me répondait-il, votre devise n'est-elle pas : « Docet omnia », et de façon vivante ? C'est ce qui m'attire et me retient près de vous tous ; c'est un milieu unique pour les curieux comme nous. »

Parmi les « quelques » médecins du dehors, visiteurs de Laboratoire, trois particulièrement chers à CLAUDE BERNARD : son vieil ami DAVAINE, le compagnon de ses débuts et dont nous avons déjà parlé à la page 73. Et puis LASÉGUE, devenu Professeur à la Faculté de Médecine, tête et allure d'un Capitaine de Cavalerie doublé d'un orateur merveilleux que nous avons aussi

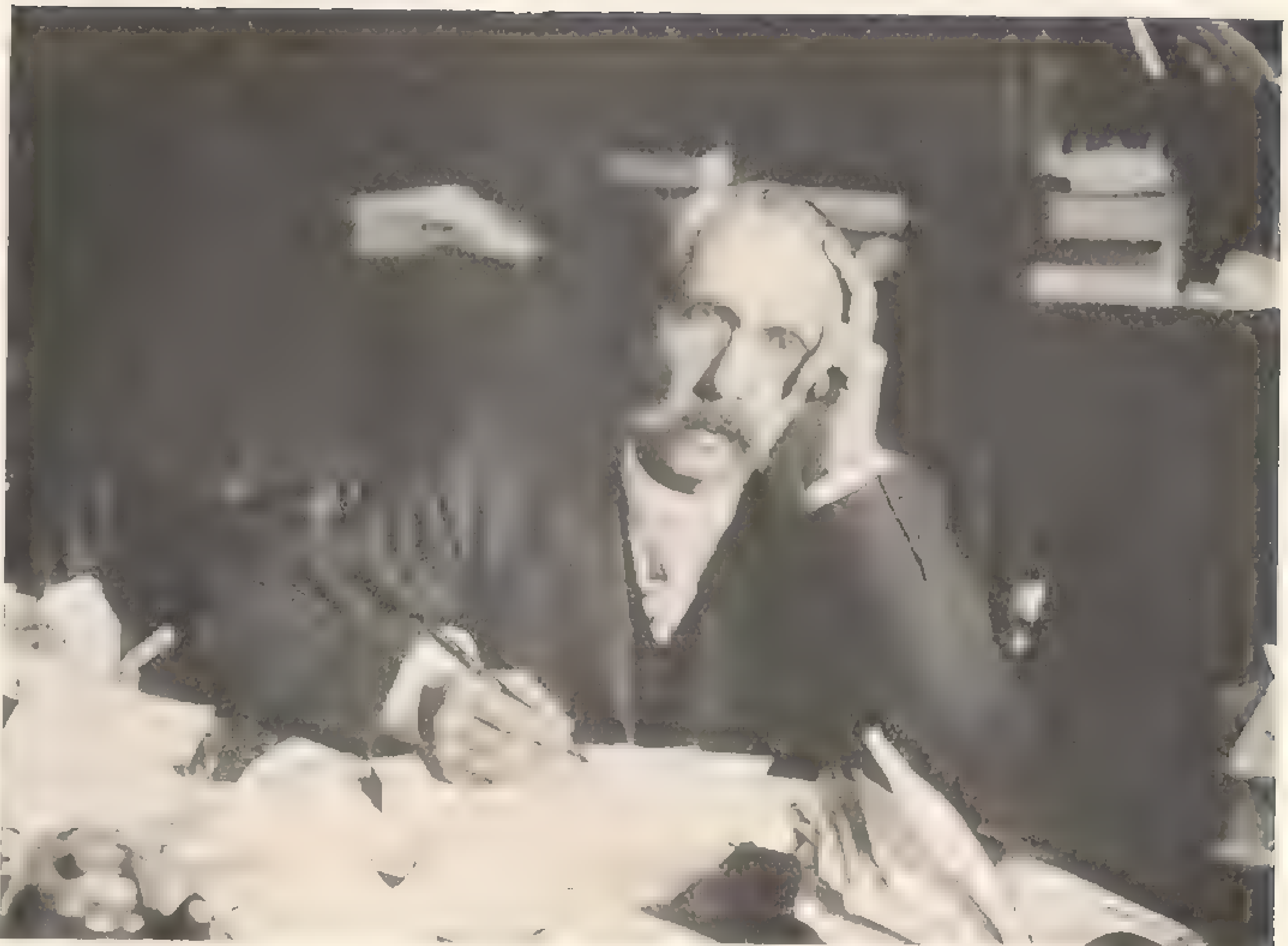


Photo des Biographies Médicales. Édition des Laboratoires Ciba.

Fig. 4. — CHARLES RICHET.

rencontré à la même page. Camarade d'étude de CLAUDE BERNARD, LASÉGUE fut des quelques intimes qui l'entourèrent à ses derniers moments. On voyait souvent aussi au Laboratoire le Docteur TRIPIER qui avait été le Secrétaire de CLAUDE BERNARD, de 1854 à 1865, et qui ensuite s'était établi praticien, plus particulièrement spécialisé dans les traitements urologiques et gynécologiques par l'électricité (électrolyse des rétrécissements de l'urètre, etc...), continuant au surplus dans l'électricité générale d'alors l'œuvre de DUCHÊNNE, de Boulogne. Il devait former lui-même un élève remarquable : APOSTOLI. Il faut citer encore le Dr DUMONTPALLIER, célèbre gynécologue qu'on voit figurer et discuter sur le tableau de LHERMITTE et aussi l'histologiste Docteur MALASSEZ, témoin aux expériences sur ce même tableau.

« Ce n'est pas tant, nous dit M. D'ARSONVAL, chez CLAUDE BERNARD, où il venait assez rarement, que chez le Professeur d'Histologie de la Faculté de Médecine, CHARLES ROBIN (car j'avais aussi à continuer mes études de médecine), que je rencontrais le Dr GEORGES CLEMENCEAU. Il y venait souvent rendre visite à celui dont il avait été l'élève dans les Hôpitaux et à la Faculté et chez qui il avait, en 1865, fait sa thèse sur : « Les générations des éléments anatomiques » (1).

» CLEMENCEAU avait déjà à son actif une intense jeunesse consacrée non seulement à la médecine, mais encore à la politique républicaine et nationale, laquelle l'avait fait membre du Gouvernement provisoire en 1870, après le 4 septembre et la chute de l'Empire, puis maire de la Commune en 1871. Par la suite, je le rencontrai souvent au siège de la Direction de « La Lumière Electrique », lorsque j'eus, avec le Comte DU MONCEL et quelques autres, contribué en 1878 à fonder cette Revue dont PAUL CLEMENCEAU son frère, ingénieur des Arts et Métiers, était aussi rédacteur. Et je vis alors d'autant plus souvent le futur Tribun que les locaux de la « Lumière Electrique » étaient tout voisins du siège de son journal : « La Justice. »

Nous retrouverons en effet au chapitre suivant, avec la préparation de la grandiose Exposition de l'Electricité de 1881, ces motifs de liaison avec GEORGES CLEMENCEAU en une amitié qui ne fut brisée que par la mort de ce dernier.

De cette fidélité un souvenir amusant. On peut voir souvent M. D'ARSONVAL coiffé d'un souple chapeau gris sombre à rayu-

(1) Publiée chez Germer-Baillière, 17, rue de l'Ecole-de-Médecine.

res, aisément maniable et pliable et qu'il appelle « son Clemenceau ». Il lui fut en effet apporté pendant la guerre par le Tigre revenant d'un voyage en Angleterre. En lui en faisant le cadeau, CLEMENCEAU eût cette boutade : « Pratique au possible ce cha- » peau, mon cher D'ARSONVAL. Quand il est sale ou saveté, je

Fig. 25. — Le Docteur DAVAINE, qui, dès 1863, avait découvert la « bactéridie » charbonneuse et ouvert ainsi l'ère microbienne (gravure de l'Histoire de la Nation Française).

» le passe à mon chauffeur d'auto qui s'en sert pendant quel- » que temps comme filtre à essence, au moment de faire le » plein. Cela le dégraisse ; en s'asseyant ensuite dessus quel- » que temps avec adresse, cela en refait le pli et le repasse et » l'on peut avoir ainsi indéfiniment un chapeau neuf. » Il faut croire que la méthode est excellente, car en voyant M. D'ARSONVAL coiffé, on a l'impression que le chapeau est d'hier. Mais revenons au Caveau-Laboratoire de CLAUDE BERNARD.

On y voyait venir, nous dit-il, jusqu'à des hommes d'Eglise,

et notamment le célèbre dominicain, ancien normalien, le Père DIDON, lequel s'intéressait passionnément aux expériences scientifiques, alors que BERNARD, lui, pratiquait l'indifférence religieuse, sans d'ailleurs aucune forme d'hostilité dont son grand esprit et son grand cœur étaient bien incapables (1).

Nous demandons à M. D'ARSONVAL s'il y venait « des hommes du droit » ou de la « politique », mais il nous répond que ce n'était guère un bon lieu de fréquentation pour des gens... pouvant également bien plaider le vrai et le faux ! « Ils n'auraient pu, nous dit-il, concevoir CLAUDE BERNARD ! Pourtant, du droit, il en venait un, EMILE ALGLAVE, Professeur à la Faculté de Droit, l'un des Fondateurs de la Revue Scientifique (Revue Rose) qui venait lui-même prendre les cours de CLAUDE BERNARD au Collège pour les publier dans la Revue (2). »

Enfin, parmi les visiteurs étrangers dont M. D'ARSONVAL se rappelle les fréquentes visites : le Prince TARCHANOFF, Professeur de Physiologie à Saint-Pétersbourg, MENDELSONN, également Professeur de Physiologie à la même Faculté, l'illustre physiologiste DE CYON, découvreur des fameux nerfs d'arrêt du cœur, qui professait aussi en Russie et dont les notes étaient présentées par CLAUDE BERNARD à l'Académie des Sciences.

Dans cette longue liste que nous venons d'énumérer et qui certes est bien loin d'être tant soit peu complète, ne visant d'ailleurs qu'à donner une physionomie d'ensemble de l'animation du caveau, revenons sur certains noms et certains faits, qui achèveront de mieux préciser la fermentation de pensée qui s'accomplissait là.

Les visiteurs et discuteurs les plus acharnés étaient bien, paraît-il, à cette époque : d'une part BERTHELOT (fig. 20), et les deux chimistes ses aînés, DUMAS et BOUSSAINGAULT, tous les trois avec leurs tendances à l'explication purement chimique des opérations et fonctions du corps humain, et d'autre part le chimiste-biologiste PASTEUR (fig. 21) avec ses idées nouvelles sur le rôle des agents vivants dans ces mêmes opérations, sa conception vitaliste des phénomènes, son scepticisme sur la possibilité

(1) R.-P. Didon, Revue de France, 1878.

(2) C'est qu'en effet cette « publication », qui devait devenir si importante et dont le premier numéro est du 5 décembre 1863, parut d'abord sous le titre de : « *Revue des Cours Scientifiques* », s'éditant chez Germer-Baillière, 17, rue de l'Ecole-de-Médecine.

de les provoquer, hors la présence de l'élément vivant : le microbe ou la cellule.

Nous retrouverons plus loin la position des idées de CLAUDE BERNARD relativement à cette question, en discutant le fait de la publication par ses élèves, au lendemain de sa mort, d'un carnet de notes sur des expériences en cours et qu'il avait tenues secrètes, ne les jugeant sans doute pas encore assez avancées ni assez concluantes. Mais on peut dire déjà que, sans vouloir réduire la vie à des réactions chimiques simples, soumises aux propriétés pondérables courantes des matières élémentaires que la chimie d'alors avait bien étudiées et « cataloguées » — ainsi qu'avaient tendance à en raisonner les « chimistes purs » susnommés — CLAUDE BERNARD s'orientait de plus en plus vers un déterminisme d'enchaînements où les « forces vitales » de Pasteur lui apparaissaient propriété intégrante de la matière elle-même *en des formes et à des stades d'évolution autres que les termes alors connus et étudiés des corps inertes* de la chimie courante. Ne le verrons-nous pas, d'ailleurs, tout à l'heure pressentir dans l' « uranium » des manifestations vivantes, peut-on dire, encore totalement inconnues, insoupçonnées, et que devait commencer à dégager, vingt ans plus tard (1896-98), et précisément par l' « uranium », le génie de Henri BECQUEREL et des CURIE !

Si, un jour, à BERTHELOT qui prétendait tout réductible à des équations de chimie banale, il répondait en lui présentant les reliefs d'un modeste repas qu'il venait d'achever au laboratoire en tête à tête avec D'ARSONVAL : « Eh bien ! Monsieur le chimiste, prenez ces restes et, dans vos cornues, faites-en donc de la m.... ! » — réponse topique pour différencier la complexe « chimie vivante » de la simple chimie minérale — CLAUDE BERNARD n'en cherchera pas moins, d'autre part, des possibilités extra-cellulaires, extra-vivantes (du moins de la vie telle que les autres la comprenaient) aux fermentations. Il pressentira la toute-puissance sous une faible masse, des diastases, des catalyseurs, et il verra, au total, la vie sous différentes formes ÊTRE PARTOUT et, ainsi que nous venons de le dire, *comme une propriété de la matière même à différents stades d'évolution et de complication*. Pour lui, elle s'y exprimera — suivant les complexités des formes et des espèces — par des « actes » plus ou moins complexes, mais actes conditionnés, enchaînés, déterminés par la structure même de la matière présente et par celle de son milieu, donc

connaissables et même prévisibles de celui qui pourrait réunir en mains toutes les données, toutes les circonstances du problème. Il tendra donc à croire que « *tout ce qui est vit* » et que les attractions ou les répulsions qui existent entre les corpuscules que nous disons « inertes » sont des manifestations de leur sensibilité propre, de leur mémoire particulière, d'une vie en un mot obscure, diverse, variée, mais où « tout » cherche à s'unir ou à s'éloigner, suivant les « aptitudes » et les « dons » de nature, d'expérience, d'antécédence, d'âge et d'évolution. Ainsi, au fur et à mesure que s'achève sa grande carrière, sa pensée monte vers une simplicité et une unité originelles des formes et des éléments et vers l'unité de leurs forces, allant ainsi déjà vers cette conception des « forces primordiales », que les travaux des BECQUEREL, CURIE, PERRIN, LANGEVIN, JOLIOT-CURIE, sont en train d'asseoir — sans d'ailleurs pour cela que le problème de l'origine et de la direction de ces forces se trouve ipso-facto résolu. Mais il y a là une majesté de conception simplificative et unitaire, un plan grandiose à la poursuite et à la réussite duquel BERNARD eût certes passionnément applaudi.

Nous venons de dire, en effet, qu'il avait, à l'occasion de l'uranium, comme pressenti l'existence de forces mystérieuses et encore insoupçonnées, cachées au sein de certaines molécules qu'on se représentait trop facilement comme inertes. Voici ce passage inédit, tiré des manuscrits de CLAUDE BERNARD, où nous avons pu l'y puiser, grâce à l'obligeance de M. D'ARSONVAL qui, si souvent a bien voulu ouvrir devant nous ce précieux dépôt dont il est détenteur depuis la mort de son illustre Maître (1) :

NOTES DETACHEES (CAHIER N° 5)

136. URANIUM, NUTRITION. — L'azotate d'uranium m'a semblé agir sur la nutrition et l'arrêter. Etudier l'action toxique de cette substance : sur les animaux en incubation, sur les plantes, et voir si on pourrait empoisonner l'animal à longue portée et s'il mourra nécessairement. Car le poison n'est pas un poison immédiat, mais un poison lent.

---

(1) Dépôt qui doit aller, avec les autres souvenirs du grand Physiologiste, au *Musée-Reliquaire* constitué au Collège de France, dans les locaux anciennement occupés par CLAUDE BERNARD. Ce Reliquaire a été créé sur l'initiative des éminents Directeurs-Fondateurs de la Médecine Générale Française : le Professeur CARNOT, Président, et le Docteur HENRI GODLEWSKI, Secrétaire Général, et l'on trouvera au chapitre X le rappel de la cérémonie inaugurale du 6 janvier 1935.

190. Azotate d'uranium. — Si l'azotate d'uranium arrête les phénomènes plastiques, il doit arrêter la germination, la fermentation alcoolique qui semble bien être un phénomène de germination de levure.

Par les lignes précédentes, nous croyons avoir dégagé la pensée et la philosophie dernières de CLAUDE BERNARD « au soir de la vie », et cela — cette digression amorcée à l'occasion de l'antithèse posée en son laboratoire : des « chimistes purs » en face du « vitaliste », animiste et spiritualiste qu'était PASTEUR — n'est pas sans importance, car c'est aussi cette philosophie qui va dominer à son tour toute la pensée de D'ARSONVAL durant sa longue carrière. C'est, en définitive, — osons dire le mot — un « panthéisme serein » où tout vit, palpite, s'allie ou se repousse, se transforme et transmute au cours d'une évolution éternelle, panthéisme où, après tout, rien n'empêcherait un spiritualiste de découvrir la beauté, la grandeur, l'unité d'une direction originelle, l'idée du « souffle initial » généralement lié à la thèse créatrice et divine du spiritualisme.

Mais de cela, de cette préoccupation métaphysique, pensera encore D'ARSONVAL, après CLAUDE BERNARD, l'homme qui observe et interroge les faits de la Nature n'a pas le droit de se soucier *tant qu'il est dans le monde de ses expériences*, car il risquerait de les fausser inconsciemment, de les diriger involontairement dans le sens de son concept *a priori* — et alors il sortirait de son rôle et de ses devoirs de Savant. Certes, dans la conduite même de ses recherches et de ses expériences, il peut, il doit avoir des *intuitions*, mais purement physiques (et non métaphysiques, c'est-à-dire incontrôlables), tandis que les intuitions contrôlables du terrain des faits sont alors l'hypothèse de travail qui le mènera en avant. Mais quel scrupule et quelle sévérité il doit apporter ensuite à discuter son hypothèse, son « intuition », à la lumière de l'observation et de l'expérimentation, se trouvant prêt à la rejeter sans orgueil ni regret quand « ces deux critiques » lui donnent tort. Que de citations M. D'ARSONVAL ne nous a-t-il pas souvent rapportées de cette rigoureuse discipline, en nous mettant en présence, tant du Manuscrit intégral de l'*Introduction à la Médecine Expérimentale*, que d'autres papiers inédits (*Notes détachées*) de l'illustre Physiologiste, pieusement conservés par lui, citations dont nous extrayons les suivantes parce qu'elles résument le tout aussi de la pensée de D'ARSONVAL et de sa méthode scientifique au cours de sa longue carrière. Parlant de la philosophie de son temps CLAUDE BERNARD écrivait :

*
* *

La philosophie doit rendre compte de tout. Elle ne peut rester court sur aucune question. Le philosophe rougirait de dire : *j'ignore*. Il ne lui est pas permis de prononcer ce mot. Le Savant, au contraire, doit souvent le répéter. Pour lui, c'est même la marque qu'il va en avant, qu'il cherche, qu'il travaille.

*
* *

La philosophie s'occupe de *l'origine* et de la *fin* des choses. Ce sont ces deux extrêmes qui nous tourmentent. « Jeune homme, d'où viens-tu ? Jeune homme où vas-tu ? » (*Paroles d'un croyant*) (Lamennais).

La science ne s'occupe ni de l'origine ni de la fin, elle s'occupe du *présent*.

*
* *

On veut toujours être matérialiste ou spiritualiste comme si la vérité ne pouvait être que dans ces deux opinions extrêmes. La vérité est au contraire *dans ces deux vues réunies* et convenablement interprétées. J'entends des hommes s'écrier : il faut choisir, on ne peut souffler le froid et le chaud. (On ne peut admettre un monde créé d'après MOÏSE et un monde créé d'après DARWIN et MAX MULLER.)

Tous les grands philosophes ont été matérialistes et spiritualistes *à la fois*. DESCARTES est aussi mécaniste que possible (et il l'est très grossièrement). Il est par ce côté le promoteur de la science matérialiste moderne. Mais, à côté de ce mécanisme, DESCARTES place l'âme qui en est indépendante et par là il devient le père de tout le spiritualisme moderne. STAHL, BICHAT et beaucoup d'autres sont également spiritualistes et matérialistes : seulement les petits esprits qui les commentent les font matérialistes ou spiritualistes selon la face qu'ils examinent.

Le déterminisme doit être le seul objectif de la science. Il nous est absolument impossible de saisir les causes premières non plus que les forces qui « régissent » les phénomènes. Nous ne pouvons saisir que le déterminisme des phénomènes. Tout le reste n'est que métaphysique.

J'ai donc raison de ne rechercher dans la physiologie que le déterminisme des conditions des phénomènes ; le reste est insaisissable et c'est par une illusion de notre esprit que nous croyons agir sur le métaphysique ; nous n'agissons que sur le physique.

Et l'on pourra aller chercher la suite de ces pensées familières inédites dans le discours que M. D'ARSONVAL prononça à la Sor-

bonne, le jour de juin 1933 où on célébrait son propre jubilé. Voulant marquer en effet la tradition spirituelle qui le rattacha toujours à son illustre Maître, il prit soin ce jour-là d'en détacher quelques autres encore de son journal intime : « Il faut absolument avoir une idée préconçue, etc... (Voir ce discours au dernier chapitre de ce livre.)

Mais n'oublions pas que nous avons amorcé la présente digression à l'occasion des rapports de CLAUDE BERNARD avec les purs ultra-chimistes d'une part, et, d'autre part, avec le vitaliste qu'était fermement et entièrement PASTEUR. Il semble, comme on vient de le voir, que CLAUDE BERNARD ait voulu tenir entre les deux partis un juste milieu. Nous l'avons vu tout à l'heure arrêter BERTHELOT dans ses enthousiasmes excessifs et prématurés de « chimiste exclusif ». Nous le verrons plus loin prendre position contre la thèse inverse de PASTEUR des « forces vitales », exclusivement propriété de la cellule vivante. Mais si plus d'une fois, au laboratoire, il marqua à PASTEUR, nous dit M. D'ARSONVAL, qu'il ne croyait pas possible, sur plusieurs points, de « conclure » aussi nettement, entièrement et définitivement que lui, il a toujours profondément admiré et soutenu PASTEUR sur le terrain de l'expérience pure, et il fut l'un des premiers — et l'un des seuls au début — à le comprendre et à deviner la portée de la révolution attachée à ses travaux. De cette étonnante compréhension, — « intuition », toujours — qui faisait apercevoir à CLAUDE BERNARD l'avenir alors que les autres avaient encore un bandeau sur les yeux, M. D'ARSONVAL nous donne cette preuve typique qu'il nous fait en quelque sorte vivre en la racontant, tant elle lui est restée présente à l'esprit.

C'était une fin d'après-midi, à l'issue d'une séance de l'Académie de Médecine où PASTEUR avait été durement pris à parti par des adversaires passionnés : les COLIN d'Alfort, les POUCHET de Rouen, etc... Il en était sorti tout agité et ému et c'est dans cet état qu'il arriva au Laboratoire de CLAUDE BERNARD à qui il raconta en détails la séance, ajoutant, à un moment donné, comme découragé : « Ainsi, malgré toutes les preuves évidentes que j'apporte, il ne restera donc rien de moi ? » Et CLAUDE BERNARD, après un court moment, regardant bien PASTEUR dans les yeux lui dit : « Si, PASTEUR, il restera quelque chose de vous,
» et je vais vous dire quoi. Ce matin, GOSSELIN est venu, suivant
» ses habitudes régulières, pour sonder ma pauvre vessie. Il était
» accompagné d'un jeune interne, nommé GUYON, qui se réclame

» de vous et de vos doctrines. Or, voici ce que j'ai remarqué : « GOSSELIN s'est lavé les mains après m'avoir sondé, GUYON s'est » lavé les mains avant. Voilà, PASTEUR, ce qui restera de vous. » Et dans cet admirable raccourci, CLAUDE BERNARD synthétisait la vision prophétique d'un avenir qui allait complètement bouleverser les méthodes et les résultats de l'art opératoire. C'était en quelque sorte l'annonce de la substitution à une chirurgie contaminante et malfaisante, à une chirurgie malpropre où on ne se lavait les mains qu'après, de la chirurgie aseptique avec le magnifique essor que nous lui avons vu prendre depuis. D'un mot, CLAUDE BERNARD venait de *marquer le tournant de la route* et de proclamer une ère nouvelle.

Nous avons déjà raconté précédemment, à l'occasion de RENAN, le mot tout empreint de scepticisme qu'avait inspiré à MARCELIN BERTHELOT la « cérémonie » des linges, pipette, outils stérilisés, précautionneusement disposés par PASTEUR et CHAMBERLAND venant prendre du sang d'un chien préparé par M. D'ARSONVAL.

Et pour mieux nous marquer la difficile adaptation des chirurgiens eux-mêmes à la nouvelle et féconde doctrine, M. D'ARSONVAL nous dit encore cette histoire dont il fut le témoin. A l'occasion de la présence dans son service du jeune JUST LUCAS-CHAMPIONNIÈRE, retour d'Angleterre et racontant les merveilles qu'il avait vues chez LISTER du fait de son nouveau pansement et de ses nouvelles pratiques antiseptiques, le chirurgien GOSSELIN — le grand, le bon GOSSELIN, nous dit M. D'ARSONVAL — venait de faire toute une homélie à la gloire de ces directives nouvelles. N'empêche que, l'habitude étant plus forte que tout, quand il se mit à opérer, il eut bientôt ce geste contradictoire... d'essuyer son bistouri sur son tablier !

D'ailleurs, de maints souvenirs : tantôt de simples étonnements et tantôt de vraies méfiances en d'autres domaines scientifiques, la mémoire de M. D'ARSONVAL fourmille, et nous ne pouvons résister au plaisir de conter celui-ci. Il assistait, nous dit-il, à cette séance de l'Académie des Sciences où pour la première fois le phonographe construit par EDISON — mais trouvé et décrit quelques mois auparavant, ne l'oublions pas, par notre compatriote CHARLES GROS — était présenté, et c'était l'ingénieur DU MONCEL qui faisait cette présentation. Tout à coup il vit, de ses propres yeux, le Professeur BOUILLAUD se glisser furtivement derrière le conférencier et, au moment où celui-

ci faisait parler l'appareil encore fort nasillard, pincer le nez de DU MONCEL en lui disant sévèrement : « Ah, non ! ne nous » mystifiez pas plus longtemps avec vos talents de ventriloque ! »

Mais laissons l'anecdote amusante, encore qu'elle soit peut-être la meilleure forme de l'Histoire, et achevons ce chapitre si caractéristique et si décisif pour l'avenir de notre héros.

Pendant les quatre années qu'il passa dans le laboratoire et dans l'intimité affectueuse du plus grand physiologiste de tous les temps, D'ARSONVAL eut, dans ses *travaux sur la chaleur animale* : ses origines, sa conservation, sa régulation, une participation prépondérante. En effet, pour aider l'investigation du maître, sur tant de points encore inexplorés ou qui avaient été mal engagés, il inventa toutes sortes d'instruments d'étude dont nous verrons plus loin l'ingéniosité. Aussi bien est-ce par ces recherches sur la chaleur animale que commence vraiment sa carrière scientifique. Encore qu'il conviendrait de rapporter, ici même, ses premiers travaux et ses premières communications à ce sujet entre 1874 et 1878, il nous semble pourtant préférable d'en simplement signaler l'objet et de ne les analyser qu'aux chapitres suivants en les rattachant à l'œuvre générale, immense et profonde, qu'il va poursuivre, après la disparition du Maître, dans le sens où celui-ci l'a orienté, l'a « déterminé ».

C'est pour la même raison que nous ne ferons qu'indiquer encore en cette place une autre grande classe de travaux que, dans cette même période de 74 à 78 et à la demande encore de CLAUDE BERNARD, il met en chantier, parallèlement à ceux de calorimétrie. Ce sont ses premières recherches sur les réponses des tissus vivants aux excitations de divers ordres et notamment à *l'excitant électrique* et c'est alors que commence la chaîne de ces remarquables expérimentations en électricité qui devaient mener si haut et si loin leur auteur. A les suivre il faudra aussi bien des pages, mais leur enchaînement est si curieux et si palpitant qu'aucun ennui, espérons-nous, ne pourra en résulter et plutôt beaucoup d'intérêt et de profit.

L'emprise immédiate du génie de CLAUDE BERNARD sur celui de D'ARSONVAL avait été telle que celui-ci eût sans doute volontiers quitté les études médicales pour se consacrer exclusivement aux travaux du Laboratoire, si l'on en juge par une lettre de CLAUDE BERNARD — en date du 6 juillet 1876 — à M. D'ARSONVAL

père, en réponse à celle où ce dernier lui exprimait ses inquiétudes de la nouvelle orientation et des intentions qui transpiraient dans la correspondance de son fils. Voici cette admirable réponse du grand physiologiste où l'on peut découvrir, avec toutes les délicatesses de son esprit et de son cœur, la haute estime dont il enveloppait son jeune élève.

40, *rue des Ecoles.*

MONSIEUR,

Vous m'exprimez dans votre lettre des sentiments que je connaissais déjà par votre fils ARSÈNE. Je sais que vous comptiez sur lui pour vous entourer et vous soulager vers la fin de votre carrière médicale et que c'est un grand sacrifice de vous en séparer pour le laisser à Paris s'engager dans la voie scientifique. Je comprends, Monsieur, et je respecte pleinement le conflit si naturel qui s'établit entre *le cœur d'un bon père et celui d'un bon fils.* Tout ce que je puis vous dire, quant à moi, c'est que depuis que j'ai pris votre fils avec moi, je l'apprécie de plus en plus.

J'ai vu peu de jeunes gens aussi bien doués que lui pour la culture des sciences. Il a une grande instruction, un esprit des plus inventifs, du goût et de l'ardeur pour les questions de théorie et d'application et avec cela un caractère *aimable et serviable qui le font aimer de tous ses camarades et de tous ceux qui le connaissent.*

Vous comprenez, Monsieur, qu'il me serait bien difficile, dans ces circonstances, de ne pas l'encourager et *de ne pas croire de mon devoir* de lui donner *mon affection* et *mon appui* dans une voie où *je le crois destiné à réussir.*

Sans doute les carrières scientifiques ne sont pas toujours aussi rapides dans leurs résultats immédiats que les carrières professionnelles proprement dites ; mais elles ont aussi d'autres jouissances qui dédommagent ceux qui les parcourent. D'ailleurs il ne s'agit pas ici de détourner votre fils de ses études médicales, bien au contraire.

Nous venons de terminer mon cours au Collège de France ; votre fils aura tout son temps à peu près libre jusqu'au mois de décembre. Je l'ai engagé à en profiter pour passer ses examens de médecine, afin d'être docteur vers le mois de janvier 1877.

Votre fils est encore si jeune qu'il a le temps de réfléchir avant de prendre un parti définitif, mais quant à moi je l'engagerai toujours dans la voie scientifique où je lui crois, ainsi que je vous l'ai dit, *un bel avenir réservé.*

Veuillez agréer, Monsieur et cher Confrère, l'expression de mes sentiments les plus dévoués.

CLAUDE BERNARD.

Paris, 6 juillet 1876.

40 RUE DES ECOLES

Monsieur

Vous m'exprimez dans votre lettre des sentiments que je connaissais déjà par votre fils Arsène. Je sais que vous comptiez sur lui pour vous entourer et vous soulager vers la fin de votre carrière

.. ..
.. ..

à moi. je l'encouragerai toujours dans la voie scientifique où je lui crois, ainsi que je vous l'ai dit un bel avenir réservé.

Veuillez agréer, Monsieur et cher confrère, l'expression de mes sentiments les plus dévoués

Claude Bernard.

Paris 6 Juillet 1876.

Fig. 26. — Début et fin de la lettre de CLAUDE BERNARD au Docteur D'ARSONVAL père.

C'est en suite de cette lettre que M. D'ARSONVAL se trouva définitivement « orienté », et pour la vie attaché à cette carrière des recherches scientifiques appliquées à la biologie où il allait marquer de si profondes empreintes, réunissant, par un rare privilège, un grand fonds de culture scientifique pure à de fortes études médicales.

C'est qu'en effet, conformément au désir du Dr D'ARSONVAL père, et d'ailleurs à celui aussi de CLAUDE BERNARD, le jeune préparateur poursuivait très soigneusement ses études médicales. Nous avons vu, qu'en décembre 73, quand il assiste au fameux cours de CLAUDE BERNARD, où se décide son existence, il est externe de JACCOUD à Lariboisière. On le trouve ensuite comme externe en 1874, chez ARCHAMBAUD, médecin à « l'Enfant-Jésus », vieux nom encore donné souvent aujourd'hui par la population parisienne à l'Hôpital des Enfants-Malades, rue de Sèvres. En 1875, il est à l'Hôtel-Dieu chez BAYER et c'est à l'Hôtel-Dieu, comme externe, qu'il fait sa première invention médicale, en apportant à son patron qu'il entendait toujours se plaindre des blocages ou des fuites de la classique seringue de PRAVAZ (à piston de cuir glissant dans un tube de verre plus ou moins bien serti entre deux bagues de maillechort) une curieuse seringue de son invention et d'un tout autre principe. Elle était constituée par un piston plein, de verre ou de métal, glissant à frottement dur dans un bouchon d'entrée, mais se trouvant ensuite au large dans le corps de pompe, sans nécessité d'aucun calibrage entre ce piston et le tube chargé de liquide dans lequel il s'enfonçait. On comprend qu'il en chassait nécessairement un volume de liquide égal au sien. Mais comme BAYER voyait rester dans le corps de pompe une certaine quantité de liquide, il n'arrivait pas à comprendre qu'on pût mesurer le liquide sortant. Il n'en présenta pas moins la nouvelle seringue à l'Académie de Médecine en avouant que, s'il en appréciait la commodité, il n'en saisissait pas bien le mécanisme, « mais que le grand physicien GAVARET, de la Faculté de Médecine, se portait garant de l'exactitude des dires de M. D'ARSONVAL ». Et ce fut la première communication qui fut faite en cette Académie au nom du jeune D'ARSONVAL. On verra par la suite que lorsque vingt ans plus tard, membre de cette Académie, il y apporta ses travaux sur la Haute Fréquence, il n'en sera pas beaucoup mieux compris.

Signalons encore que c'est à l'Hôtel-Dieu, cette même année 1875, qu'il trouva comme camarade le futur Directeur de l'Ins-

titut PASTEUR, EMILE ROUX, lequel était un peu aussi d'origine limousine puisque fils du « Principal » du Collège de La Rochefoucauld, localité qui se trouve à cheval entre la Charente et la Haute-Vienne. En ce temps, ROUX avait comme emploi de faire des analyses d'urine pour le Service de BAYER, dans un sous-sol de l'Hôtel-Dieu, et c'est M. D'ARSONVAL qui présenta ROUX à CLAUDE BERNARD. Ultérieurement ROUX fut appelé au Laboratoire de l'Ecole Normale Supérieure par DUCLAUX, lequel y était venu de Clermont-Ferrand à la demande de PASTEUR.

Nous ne pouvons enfin manquer de citer, parmi les camarades d'études médicales avec qui D'ARSONVAL se lia tout particulièrement au cours de ces années, une « trilogie d'amitiés » qui s'est montrée particulièrement brillante dans la profession où, il y a quelques mois encore, elle demeurait au complet. Cette trilogie, dont la formation remonte à 1875, conjoint à celui de D'ARSONVAL les trois noms : du Docteur ANTOINE BÉCLÈRE, l'illustre pionnier de la Radiologie Médicale en France, membre de l'Académie de Médecine qu'il a d'ailleurs présidée ; du Docteur SIREDEY, un des précurseurs et maîtres de la Gynécologie Médicale, et pour qui nous pourrions répéter, concernant l'Académie de Médecine, ce que nous venons de dire de M. BÉCLÈRE ; enfin du grand chirurgien CH. WALTHER, mort il y a quelques mois, et le premier disparu de cette intimité. Mais ANTOINE BÉCLÈRE et SIREDEY, avec chacun leurs 80 ans, ayant — tout comme D'ARSONVAL à 86 — gardé une étonnante jeunesse de souvenirs et d'activité, font à coup sûr encore bien augurer de l'avenir.

Mais revenons au lointain passé.

En 1877 — le 6 août — D'ARSONVAL passa sa thèse de Doctorat en Médecine sur le sujet suivant :

RECHERCHES THÉORIQUES ET EXPÉRIMENTALES SUR LE RÔLE DE L'ÉLASTICITÉ DES POUMONS DANS LES PHÉNOMÈNES DE LA CIRCULATION

avec comme Président de thèse, le Professeur de physique de la Faculté de Médecine GAVARET. C'est là un travail de révision critique et de nouvelles recherches personnelles des plus remarquables, dans lequel on sent toute la rigueur de la méthode appliquée au Laboratoire de CLAUDE BERNARD sous le contrôle de qui il fut conduit.

Nous ne pouvons malheureusement rapporter ici la suite des

expériences imaginées et nous devons nous borner à deux citations parce que la première tirée du début de la thèse est déjà une profession de foi et que la seconde en donne les conclusions :

Première citation tirée de l'Introduction

Les phénomènes de la circulation et de la respiration sont, de tous les actes qui se passent chez les êtres vivants, ceux auxquels s'imposent le plus visiblement les lois de la mécanique. Les données physiques sont donc sur ce terrain mieux applicables, et l'on en peut tirer des conclusions moins problématiques que lorsqu'il s'agit des réactions qui se passent dans l'intimité des tissus. Enfin, l'on peut contrôler à chaque instant la théorie par l'expérience, en appliquant surtout les procédés de l'analyse graphique, ce « microscope du mouvement », comme l'appelle à juste titre son inventeur, le Professeur MAREY.

Mais, même dans ces cas, l'on ne peut pas appliquer brutalement les données physiques aux tissus vivants. Cela ne veut pas dire que la matière vivante ne soit pas soumise aux lois physico-chimiques avec la même inflexibilité que la matière brute. CLAUDE BERNARD, notre illustre Maître, s'est attaché le premier à démontrer qu'il en est réellement ainsi. En faisant toutefois cette restriction capitale : que les réactions physico-chimiques se passent chez les êtres vivants par des procédés qui leur sont particuliers. En un mot, la réaction se modifie suivant le support où elle se produit ; c'est, pour ainsi dire, l'adaptation au milieu. Mais l'essence reste la même. C'est cette idée fondamentale qui, aujourd'hui plus répandue, impose à tous ceux qui s'occupent de biologie la nécessité d'étudier les réactions de la matière organisée sur l'être vivant lui-même, en ne permettant plus de leur appliquer brutalement des données physiques ou chimiques acquises en dehors d'eux...

Nourri dans ces idées, il est naturel qu'en étudiant le poumon je n'aie pas cru avoir affaire à un organe offrant des propriétés physiques simples. J'ai cherché seulement, au milieu de la complexité des phénomènes, quelle part revient aux propriétés physiques les mieux connues de l'organe, et j'ai tâché de démontrer que ces propriétés physiques étaient elles-mêmes variables et sous la dépendance du système nerveux, ce grand modificateur physique des êtres vivants.

Et voici maintenant les conclusions :

Nous terminerons notre travail en en tirant les conclusions suivantes :

1° La rétractilité pulmonaire tient à deux causes : *a*) aux fibres élastiques de l'organe ; *b*) à la tonicité de ses fibres musculaires.

2° Cette rétractilité offre une résistance à l'entraînement du diaphragme et a pour résultat de créer autour du poumon une diminution de pression qui constitue le vide pleural.

3° La cage thoracique figure une grande ventouse dans laquelle le poumon est attiré, et où il est maintenu par la pression atmosphérique.

4° Cette diminution de pression autour du poumon maintient ses vaisseaux dilatés et toujours perméables.

5° Cette perméabilité est proportionnelle au vide pleural.

6° L'élasticité du poumon est en grande partie *sous l'influence du pneumogastrique* qui anime ses fibres musculaires.

7° La section de ce nerf entraîne toutes les conséquences dues à la diminution du vide pleural et à la dilatation des canalicules respirateurs.

Cependant que le « jeune Docteur » ARSÈNE D'ARSONVAL rejoignait son Limousin pour y passer les vacances d'été, CLAUDE BERNARD, déjà très fatigué, avait gagné son petit vignoble de Saint-Julien — la terre natale — où il emportait pourtant un sujet d'occupation dont M. D'ARSONVAL va nous dire lui-même la nature (1) :

Le mécanisme intime de la fermentation alcoolique fut sa préoccupation dernière.

Il l'étudia à Saint-Julien, pendant les vendanges de 1877. Quand il en revint en octobre, il en rapporta une collection de flacons renfermant du jus et du moût de raisin.

Il me demanda d'y rechercher l'alcool et les ferments. Il avait la conviction qu'il y avait un ferment alcoolique soluble.

Pendant deux mois, et jusqu'au moment où il s'alita, nous procédâmes à ces recherches dans son petit laboratoire particulier du premier étage. Il ne voulait pas qu'on en parlât avant d'avoir isolé le dit ferment.

Durant sa maladie, je continuai les essais sans résultat positif. CLAUDE BERNARD me conseilla de faire des expériences avec la levure de bière en ajoutant de petites quantités d'une solution de nitrate d'uranium. Il avait remarqué, me dit-il, que ce sel agissait sur la nutrition et arrêtait le développement. C'était un poison lent. J'ai retrouvé depuis ce fait signalé dans les notes détachées écrites de sa main. Cet incomparable observateur avait donc découvert déjà les propriétés abiotiques des substances radio-actives.

Ainsi, les derniers mois de la vie de CLAUDE BERNARD furent hantés par un problème scientifique dont il poursuivait quasi secrètement les expériences, ne s'en ouvrant qu'à mots couverts à ses collaborateurs. Les notes de ces recherches mystérieuses étaient gardées par le Maître en un carnet qu'il portait toujours

(1) Discours à l'Assemblée de la Médecine Générale Française (voir note page 49).

sur lui, car, si son « intuition » et la piste qu'elle lui faisait suivre étaient exactes, il lui faudrait s'inscrire à l'encontre, non certes des constatations positives d'un homme qu'il admirait profondément (et l'estime de CLAUDE BERNARD était certes un grand hommage), mais d'une conception générale que cet homme semblait vouloir tirer de ses travaux alors que BERNARD était enclin à se placer juste à l'opposé.

PASTEUR, en effet, était arrivé à considérer comme une certitude découlant de toutes ses recherches qu'il y avait toute une catégorie de phénomènes et de réactions, tels que les fermentations, qui exigeaient pour s'effectuer la présence de cellules vivantes ; autrement dit qu'il y avait, régissant ce genre spécial de combinaisons, des facultés « vitales » absolument étrangères, indépendantes, supérieures aux modes des réactions observées en chimie courante entre les substances dites inertes. Et par là il inclinait à penser que ses travaux corroboraient la doctrine « animiste » d'une force supérieure à la matière, venue d'ailleurs et qui ne lui était pas réductible.

A l'opposé, CLAUDE BERNARD, se fondant aussi sur les constatations de toute sa vie, jugeait que « tout » *de ce que les hommes peuvent connaître et explorer*, doit se pouvoir réduire à une mécanique de rapports matériels, à un enchaînement de combinaisons et de réactions pondérales, mesurables et déterminées, et il estimait que les réactions de fermentation que le grand Savant avait observées se devaient pouvoir obtenir par un alignement convenable de ces forces, en dehors des cellules et sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir une vertu autonome, indépendante, suprà-matérielle, attachée à la vie et disparaissant avec elle.

Sans d'ailleurs aucunement partir de concepts philosophiques « à priori » que, tout comme PASTEUR, il eût été prêt à sacrifier à toute preuve scientifique du contraire, mais en raison d'intuitions qui découlaient de ses précédentes observations, CLAUDE BERNARD donc avait entrepris, au cours de l'année 1877, dans son petit vignoble de Saint-Julien, toute une série d'observations et d'expérimentations sur la nature des fermentations, en particulier de celles du raisin, pensant pouvoir les obtenir par des principes purement chimiques, hors de la présence d'organismes en activité, et il les avait secrètement continuées pendant les derniers mois de 1877, avec D'ARSONVAL comme seul aide et confident. Mais tout cela fut cruellement interrompu par une

maladie — la dernière — dont lui-même mesurait les conséquences en pressentant qu'il ne pourrait achever ses expériences et en laissant échapper ce seul regret : « C'est dommage, c'eût été bien finir. » Il s'éteignit ainsi, au soir du 10 février 1878, entouré de ses préparateurs affligés, alors que lui demeurait quasi indifférent à la mort, l'esprit seulement hanté des questions et des curiosités qui avaient passionné et consolé toute sa vie et qui encore lui firent cortège pendant le dernier rude passage, lui en épargnant la douleur et l'appréhension. Ses obsèques furent célébrées le 16, aux frais de l'État, et, après une cérémonie à Saint-Sulpice, il fut inhumé au Père-Lachaise.

Après la fin de CLAUDE BERNARD le carnet de ses expériences fut retrouvé par M. D'ARSONVAL dans un petit meuble de la chambre du Maître et fut publié, le 20 juillet 1878, par BERTHELOT dans la Revue Scientifique (1). Il en résulta alors une polémique assez violente dans le monde savant sur la question du droit qu'avaient pris ses élèves de rendre publiques des pensées et des recherches simplement ébauchées et dont BERNARD n'avait pas jugé de son vivant devoir donner connaissance, leur estimant encore un défaut de maturité et de preuves. PASTEUR répondit à la publication de BERTHELOT par une série de communications à l'Académie des Sciences en 1878 et 1879, et par l' « Examen critique d'un écrit posthume de CLAUDE BERNARD sur les fermentations » (2).

Sans vouloir entrer dans le récit d'un aussi important débat, rapportons, par les lignes suivantes, extraites de sa note du 30 décembre 1878 à l'Académie des Sciences, comment PASTEUR le situait :

« C'est toujours une énigme pour moi que l'on puisse croire que je serais gêné par la découverte de ferments solubles dans les fermentations proprement dites ou par la formation de l'alcool à l'aide du sucre, indépendamment des cellules. Certainement, je l'avoue sans hésitation, et je suis prêt à m'en expliquer plus longuement, si on le désire, je ne vois présentement ni la nécessité de l'existence de ces ferments ni l'utilité de leur fonctionnement dans cet ordre de fermentations. Pourquoi vouloir que les actions de diastases, qui ne sont que des phénomènes d'hydratation, se confondent avec celles des ferments organisés, ou inversement ? Mais je ne vois pas que la présence de

(1) Revue Scientifique, 2e sem., XV, 1878, p. 49-56.

(2) Paris, 1879, Gauthier-Villars, éditeur. — Et dans *Œuvres de Pasteur*, publiées par Pasteur Vallery-Radot. Tome II, page 486... (Masson et Cie, édit.).

ces substances solubles, si elle était constatée, puisse rien changer aux conclusions de mes travaux, et moins encore si de l'alcool prenait naissance dans une action d'électrolyse. On est d'accord avec moi lorsque : 1° On accepte que les fermentations proprement dites ont pour condition absolue la présence d'organismes microscopiques ; 2° Que ces organismes ne sont pas d'origine spontanée ; 3° Que la vie de tout organisme qui peut s'accomplir en dehors de l'oxygène libre est soudainement concomitante avec des actes de fermentations, qu'il en est ainsi de toute cellule qui continue de produire des actions chimiques hors du contact de l'oxygène. »

Par cette note, PASTEUR, on le voit, ne s'opposait pas d'une façon absolue à la possibilité d'autres processus pour réaliser des phénomènes de fermentations. Il soutenait seulement que, dans les « fermentations proprement dites », c'est-à-dire du *type couramment rencontré dans la Nature*, l'organisme microscopique vivant en est le facteur constant.

Mais il ne veut pas, on l'a vu, qu'on lui fasse dire qu'il nie pour cela la possibilité d'autres causes fermentatives à découvrir. Et de fait, vingt ans plus tard, cette interrogation de la Nature, amenait les frères BUCHNER à la reconnaissance de diastases ou ferments solubles provoquant la fermentation alcoolique en l'absence de toute cellule vivante. Ainsi donc il ne fut pas inutile qu'ait été divulguée, comme « levain » de recherche, la question qui fut la dernière préoccupation de CLAUDE BERNARD, mais pas assez avancée ni assez mûrie pour qu'il ait pu s'en ouvrir à quiconque, en dehors de son jeune préparateur.

Nous réservant encore une fois de retrouver au chapitre suivant, et parce qu'ils chevauchent sur lui, les travaux de M. D'ARSONVAL entre 1874 et 1878, nous arrêterons ici cette période si capitale dans la vie de notre héros dont elle a décidé et dessiné l'avenir, de qui elle a modelé les formes définitives de l'esprit, qu'elle a imprégné et pénétré enfin de la pensée même de CLAUDE BERNARD, car c'est l'illustre Maître, peut-on vraiment dire, que désormais nous allons voir en lui revivre, concevoir et agir.

CHAPITRE IV

1878 à 1882 (pars prima)

LE JEUNE « PROSPECTEUR » DE LA MACHINE ANIMALE DE SA CHALEUR ET DE SON ELECTRICITE

SOMMAIRE

Conditions de « foyer » et de « milieu » particulièrement favorisantes. — BROWN-SEQUARD, appelé à remplacer CLAUDE BERNARD, garde d'ARSONVAL comme préparateur. Deux documents graphologiques. — Etudes calorimétriques ; ingénieux appareils inventés pour leur besoin. — Notions nouvelles introduites en calorimétrie animale. — Applications à l'Industrie des « étuves » et des « régulateurs thermiques » de M. d'ARSONVAL.

Un autre champ d'investigation : l'électricité dans ses rapports avec les organismes vivants. — Exploration profonde des températures du sang par des « aiguilles thermo-électriques » conjointes aux galvanomètres d'alors. — Exploration des autonomes courants tissulaires vitaux par une application du téléphone tout nouvellement apparu. — Invention du « galvanomètre apériodique ». — Une application moderne du galvanomètre de M. d'ARSONVAL : l'électro-cardiographie. — Autre suite indirecte au « principe galvanométrique » de d'ARSONVAL : les oscillographes cathodiques. — Conception « électrique » de la contraction musculaire et construction du « muscle artificiel ». — Confirmation de ces idées par l'étude des « organes électriques » de certains poissons.

En même temps que l'électricité autogène des tissus, M. d'ARSONVAL aborde les réactions des tissus à l'électricité extérieure qu'on leur envoie. — Efforts de M. d'ARSONVAL en vue de mesures électriques internationales unifiées.

« La Machine humaine résume dans sa structure et son fonctionnement les lois les plus délicates de la Mécanique, de la Physique et de la Chimie... »

D'ARSONVAL, Leçons de 1882.

CLAUDE BERNARD disparu, ses préparateurs suivirent chacun leur destinée que nous ne pouvons pas malheureusement rappeler ici, en dehors de celle qui nous occupe comme sujet même de ce livre. Seul M. D'ARSONVAL demeura au Laboratoire, recueillant et rangeant les papiers du Maître dans l'attente du successeur qu'on lui nommerait.

Profitons de cet intérim pour accomplir un rôle d'historien qu'il serait impardonnable à tout biographe d'oublier et c'est : le devoir de dégager, à l'entrée de la carrière de son héros, le cadre et le milieu dans lesquels les *circonstances* l'ont placé, dont elles l'ont marqué et « déterminé » pour le reste de son existence, cadre et milieu qui vraiment tracent déjà, pour qui sait voir, les lignes de son évolution et de sa destinée. Moins que personne, M. D'ARSONVAL pourrait nous pardonner de ne pas avoir, en cette place même, souligné, en ce qui le concerne, ces contingences, parce que d'abord ne pas le faire serait anti-scientifique, et ensuite parce qu'il a toujours beaucoup insisté lui-même sur ce qu'il appelle : « ses chances » dans l'existence.

Nous avons déjà vu « sa chance » d'une enfance et d'une jeunesse bien conduites s'ajoutant à la riche santé et aux dons intellectuels dont sa naissance l'a gratifié, — et puis « sa chance », sa

« carte maîtresse », d'avoir rencontré CLAUDE BERNARD, à qui avait plu sa vive intelligence soudainement révélée. Maintenant, il nous faut dire les conditions favorables à la sérénité et à la quiétude du travail scientifique dans lesquelles il va, toute sa vie, être placé, et d'abord : de *par son foyer*. Mais ce sera aussi, parallèlement, la chance d'une féconde *ambiance sociale* intellectuelle, économique, industrielle, journalistique, politique, bref : infiniment variée, dont il recevra : « aiguillon », encouragement et soutien.

Fixons d'abord les conditions de son foyer, puisque ceci représente l'heureuse permanence et stabilité sur laquelle l'agitation des éléments quotidiens et les hasards des pulsations sociales n'auront pas de prise, contre laquelle ils viendront se briser. A ce point de vue donc, M. D'ARSONVAL fut une fois de plus admirablement servi, comme il l'a dit si souvent à ses intimes et comme il a voulu en faire la déclaration publique par une phrase d'une infinie délicatesse et sensibilité dans le discours où il répondit, lors de son jubilé, à toutes les manifestations d'estime qu'il venait de recevoir : « Il est un milieu indispensable au chercheur pour donner toute sa mesure : c'est le foyer familial, où il doit trouver le calme, l'affection, la consolation. Nul mieux que moi ne connaît heureusement, par expérience, quel trésor d'abnégation possède la femme du savant. »

Cette phrase si simple en dit long à qui connaît tout ce dont elle était chargée de gratitude pour celle à laquelle elle s'adressait : M[me] D'ARSONVAL, de qui, malgré sa modestie, il va bien nous falloir un peu parler.

M. D'ARSONVAL, nous l'avons dit au chapitre II, avait, dès son internat de médecine à Limoges, épousé une jeune veuve ayant une fillette âgée alors de trois ans et à laquelle s'attacha vivement le jeune savant, se préoccupant de l'éducation de cette enfant dont l'intelligence se montrait infiniment vive, spontanée et charmante, le caractère plein de bonne humeur et d'entrain. C'est dans ce cadre souriant qu'il parcourut les vingt-cinq premières années de sa carrière scientifique. Comme la jeune fille atteignait ses 28 ans, sa mère mourut, et alors l'affection du beau-père pour cette jolie et intelligente pupille, devenue soudainement directrice de sa maison, se mua en un sentiment qui eut sa conclusion par leur mariage deux ans après. Et ce mariage, comme en un conte de fée, fut célébré en Espagne, avec toutes les autorisations religieuses et civiles nécessaires en ce pays; puis enregistré en France.

Aucun enfant n'est venu, malheureusement, consommer cette union, mais des neveux assez nombreux et progressivement étagés contribuent à apporter dans la maison un peu des joies de la jeunesse et du charme de la vie familiale.

On peut dire que l'ordre, la distinction, l'intelligence et la bonne humeur, qui de tout temps représentèrent la tradition même de ce foyer, contribuèrent puissamment à attirer vers lui un courant d'amis toujours accueillis avec cordialité, bonne grâce et esprit, sans jamais médisance ni méchanceté. Toutes ces qua-

Fig. 27. — Mme D'ARSONVAL à l'époque de son mariage.

lités, reçues de sa mère, Mme D'ARSONVAL les perpétua, et elle les garde toujours au même degré, se désolant seulement que sa santé, devenue très fragile, ne lui permette plus de recevoir, en cette demeure autrefois si vivante, que quelques amis très intimes. Mais elle a pu assister, heureuse et souriante, à la gloire qui sans cesse élevait le nom de son mari et amenait vers eux tant d'illustrations. Par l'atmosphère de paix, d'ordre, de grand intérêt et encouragement à ses travaux qu'elle lui a toujours constituée, elle a été une des ouvrières de cette ascension et peut-être la meilleure collaboratrice pour le labeur cérébral de cet homme, emporté par la puissance de ses conceptions.

Ensemble, autrefois, ils aimaient s'en aller de temps à autre en compagnie d'amis choisis, en des voyages, excursions, promenades à bicyclette, et, plus tard, en automobile, visiter des sites où l'attrait du nouveau à explorer délassait l'esprit de ses objets habituels d'application.

Au cours de ces cinquante années, les résidences successives du foyer furent : d'abord, au temps de CLAUDE BERNARD, rue Monge ; puis avenue des Gobelins. En 1882, pour la santé de Mme D'ARSONVAL, on va habiter Sceaux, près de la famille MARCEL DEPREZ. Puis, en 1896, au 28 de l'avenue de l'Observatoire. De là, au laboratoire de la rue CLAUDE-BERNARD, laboratoire des Hautes Etudes, qui succédait à celui primitivement situé rue de la Montagne-Sainte-Geneviève, au temps de sa fondation, en 1882, par PAUL BERT, pour M. D'ARSONVAL. En 1911, le laboratoire de la rue CLAUDE-BERNARD ayant fait place aux agrandissements de l'Institut Agronomique, fut transféré, comme nous l'avons vu, à Nogent, où M. et Mme D'ARSONVAL ont toujours, depuis, habité.

Et maintenant que nous avons esquissé cette vie de foyer — trop brièvement certes, pour l'importance qu'elle a eue dans les succès du Maître, — nous allons, revenant à ses débuts, le voir évoluer tout en même temps : dans ses chères études de laboratoire et dans la vie sociale où celles-ci le poussent, en quelque sorte, par l'importance de ses découvertes et par les relations qu'elles lui ouvrent dans tous les milieux. Au demeurant, on l'y verra aussi, tout en devenant un des plus grands savants de tous les temps, rester toujours le plus simple, le plus indulgent et le plus modeste des hommes, suprême « tact » d'un être exceptionnel dont les Anglais diraient qu'il est un très grand « gentleman » et dont nous dirons, nous, qu'il a de la « race ».

En voulant, au début de ce chapitre, faire pressentir et déjà expliquer notre héros par les conditions de son milieu, nous avons laissé M. D'ARSONVAL au moment où, après la mort de CLAUDE BERNARD, il administre seul le laboratoire du Maître, « dans l'attente du successeur qu'on lui nommerait ». Celui-ci fut désigné, en mai 1878, dans la personne du Docteur BROWN-SEQUARD qui occupait alors une chaire d'enseignement à la grande Université Harvard, aux Etats-Unis. Né en 1817, à l'île Maurice, d'un Américain et d'une Française, docteur de la Faculté de Médecine de Paris depuis 1846, avec une thèse intitulée : « Recherches et expériences sur la Physiologie de la Moëlle épinière », professeur

libre errant de France à l'île Maurice, en Angleterre et en Amérique pour revenir d'Amérique en Angleterre et en France, mais se rendant partout célèbre par ses remarquables expériences et ses opiniâtres travaux, fondateur, en 1848, avec BAYER, de la *Société de Biologie*, et dix ans plus tard du *Journal de Physiologie de l'Homme et des Animaux*, cependant que dans l'intervale il était nommé Professeur de Physiologie à l'Université de Richmond (Etats-Unis) ; à nouveau reparti pour l'Amérique en

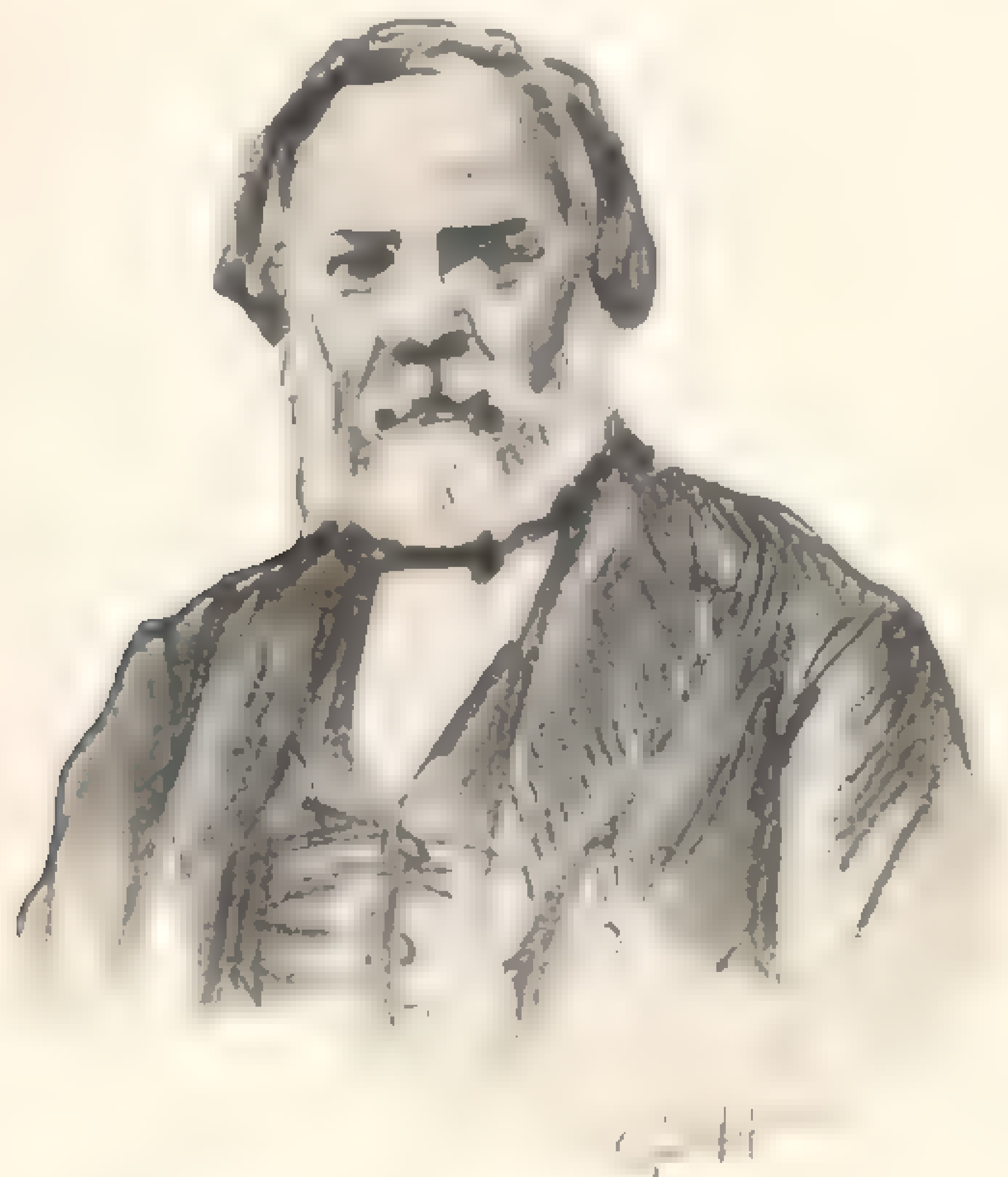


Fig. 98. — BROWN-SEQUARD.

1863, mais cette fois à l'Université Harvard, et puis revenu en France en 1867 et désigné comme Professeur provisoire de Médecine expérimentale à la Faculté de Paris. Retourné à nouveau en Amérique en 1870, il devait finalement et définitivement être fixé en France par son élection à la chaire laissée vacante par la mort de CLAUDE BERNARD, et à laquelle il avait posé sa candidature pleinement justifiée par la variété et l'importance de ses travaux (1).

(1) Les travaux — en langue française — de BROWN-SEQUARD furent publiés par la Librairie Masson.

Agé alors de 61 ans, le nouveau titulaire devait, en l'illustrant à nouveau, garder cette chaire pendant seize ans, jusqu'à sa mort, survenue en 1894, à l'âge de 77 ans (1). Mais les sept dernières années, ce fut M. D'ARSONVAL qui en assura la suppléance. Dès son arrivée d'Amérique, BROWN-SÉQUARD demanda au jeune préparateur de continuer auprès de lui ses fonctions. Les deux hommes travaillèrent ainsi ensemble quelque temps et nous verrons ce qui en sortit. Mais un jour de 1880, à la suite de divergences d'esprit et de méthode, ils devaient se séparer momentanément, M. D'ARSONVAL allant demander asile à MAREY, dont le laboratoire était voisin, séparé seulement par une courette.

Voici comment — dans le discours qu'il prononça, le 30 décembre 1913, à la commémoration au Collège de France du Centenaire de la naissance de CLAUDE BERNARD — M. D'ARSONVAL a raconté, en passant, les origines et les suites de ce désaccord qui devait si bien finir :

« CLAUDE BERNARD fut remplacé par BROWN-SEQUARD, qui me demanda de rester son préparateur. Au cours d'expériences sur la circulation, je disais à mon nouveau maître : « CLAUDE BERNARD n'opérait pas ainsi ; CLAUDE BERNARD pensait autrement ». Ces réflexions avaient certes une origine louable, mais leur expression à haute voix était, je le confesse, parfaitement déplacée. BROWN-SEQUARD, à la fin justement agacé, critiqua un peu vivement cette manière d'opérer. Je répondis une impertinence, mais le plus étrange fut ce qui suivit : le garçon de laboratoire fit chorus avec moi et, d'un même mouvement non concerté, nous quittâmes l'amphithéâtre. Ce garçon de laboratoire, qui remontait à MAGENDIE, s'appelait pour nous le père Lesage. Le pinceau de LHERMITTE a fixé ses traits dans le classique tableau de la Sorbonne, nous réunissant autour du maître.

Pauvre cher BROWN-SEQUARD, comme sa vengeance fut pleine de bonté lorsqu'un peu plus tard, m'offrant sa suppléance, il ajouta : « Traitez-moi comme vous traitez BERNARD ». Ne vous étonnez donc pas si j'ai uni depuis, dans un même sentiment de gratitude, les deux grands physiologistes qui m'ont précédé dans cette chaire. »

A titre documentaire et pour les graphologues perspicaces qui aiment à pénétrer le caractère par l'écriture, nous plaçons ici

---

(1) Une fort intéressante « esquisse biographique » intitulée : BROWN-SEQUARD et son Œuvre, a été publié en 1930 par le Docteur F.-A. ROUGET, Président de la Société Médicale de l'Ile Maurice.

deux spécimens de celle de M. D'ARSONVAL : le premier, daté de 1883 (fig. 29), du temps où il était préparateur de BROWN-SEQUARD ; le second, cinquante ans plus tard et qui est le début de son discours jubilaire (fig. 30).

On vient de voir *comment*, au bout de dix-huit mois, BROWN-SÉQUARD, qui était en même temps qu'un très grand savant un excellent cœur, revint chercher M. D'ARSONVAL pour lui offrir le cours de semestre d'hiver et ce sont les résultats de cette collaboration que nous allons reprendre tout à l'heure, comme s'il ne s'y était pas produit de fissure momentanée.

Mais auparavant, il nous faut bien souligner que, depuis son entrée chez CLAUDE BERNARD, la personnalité du jeune préparateur s'affirmait progressivement, et que, dès ces premières années, on peut noter à son compte nombre d'ingénieuses créations. Entre autres choses, et pour commencer, on le voit poursuivre, tant chez CLAUDE BERNARD que chez BROWN-SEQUARD, que chez MAREY, une chaîne d'expériences portant sur la *calorimétrie animale* et dont on peut dire qu'elles ont été le point de départ vraiment scientifique des innombrables travaux qui, depuis, ont pris pour objet d'étude les variations du moteur humain ou animal en fonction des circonstances innombrables où il se trouve placé, et, en particulier, l'étude de l'alimentation rationnelle satisfaisant à ses besoins. C'est qu'en effet, pour aider CLAUDE BERNARD dans ses travaux et leçons de topographie calorifique animale et humaine, le jeune étudiant s'était mis à construire toute une série d'étuves calorimétriques ingénieusement conçues et dont il nous faut dire maintenant la fécondité et l'ingéniosité, puisque c'est alors et ainsi que débute sa carrière personnelle de chercheur et de savant.

L'appréciation de la température des êtres vivants par le thermomètre — dont l'usage courant ne datait pas de très loin, puisque M. D'ARSONVAL, nous l'avons dit au chapitre précédent (page 62), en avait rapporté l'un des premiers exemplaires commerciaux à Limoges au temps de ses débuts médicaux, — cette évaluation au thermomètre, si utile qu'elle fût pour le praticien et le clinicien, ne pouvait satisfaire pleinement le physiologiste. Celui-ci, en effet, était en droit de se dire que le thermomètre pouvait, après tout, n'exprimer que la *distribution locale apparente et momentanée* de la calorification — mettons, par exemple, une extériorisation plus considérable de celle-ci pour la région de la peau ou de la muqueuse explorée — sans que pour

LABORATOIRE DE PHYSIQUE BIOLOGIQUE

DE L'ÉCOLE PRATIQUE DES HAUTES ÉTUDES

AU COLLÈGE DE FRANCE

Paris 15 Xbre 1883

Mon cher maître,

Je vous écris au sortir de ma 3e
leçon. Je suis bien en retard avec vous
mais heureusement que ce n'est que
pour la correspondance. Vous avez dû
recevoir l'acide carbonique, quant
aux excitations en charbon elles par-
tiront demain par la poste.
L'enregistreur que vous me demandiez
(ampoule et tambour à levier) est
fait. Avant de vous l'envoyer je
l'ai essayé par précaution, j'ai
bien fait car pour le but que
vous vous proposez, il ne pourrait
que vous induire en erreur.

Dr A. d'Arsonval

Fig. 29. — Spécimen de l'écriture de M. D'ARSONVAL à 32 ans (fragment d'une lettre à BROWN-SEQUARD).

LABORATOIRE DE PHYSIQUE BIOLOGIQUE HAUTES ÉTUDES

NOGENT SUR MARNE (Seine)
49ter Avenue de la Belle Gabrielle
789

27 Mai 1933

Monsieur le Président de la république,
Monsieur le Ministre
Mesdames, Messieurs

Les témoignages de sympathie si flatteurs et si variés dont vous m'honorez me remplissent tout à la fois de fierté et de confusion. Soyez en tout d'abord remerciés.

Mes trop généreux panégyristes viennent de vous dire <u>à quoi</u> ils attribuent les mérites qu'ils me prêtent mais ils se sont abstenus de vous signaler <u>à qui</u> je les dois.

- - - - - - - - - - - - - - - -

Dr d'Arsonval

Fig. 30. — Spécimen de l'écriture de M. d'Arsonval à 82 ans (début de son discours au Jubilé, page 416).

cela la production réelle et totale de chaleur dans tout l'individu fût nécessairement, obligatoirement, plus considérable. C'est ainsi, par exemple, que la section du sympathique cervical amène dans l'oreille du lapin une congestion circulatoire par élargissement des vaisseaux et une élévation de température locale sans que la *calorification générale* de l'animal ait été en rien modifiée.

On pouvait encore se poser cette question : de ce qu'un être, un animal, accuse rectalement, par exemple, au thermomètre, une température habituelle de 42°, cela veut-il dire nécessairement qu'il produise, *par unité de poids corporel*, plus de chaleur qu'un organisme marquant ordinairement 37° ; ou bien n'est-ce pas que, n'en produisant pas davantage, il l'emmagasine mieux et la rayonne moins ?

On était donc conduit à ceci que, pour étudier les processus de calorification générale des êtres vivants, il fallait *les enfermer, en entier, dans des appareils pouvant révéler toute la chaleur cutanée, respiratoire*, etc.... que ces êtres produisaient et ensuite la rapporter à l'unité de poids corporel. On verra tout à l'heure les curieuses réponses que donnèrent ces appareils, minutieusement ajustés et réglés par le jeune D'ARSONVAL : les calorimètres, montrant par exemple qu'un oiseau, dont la température thermométrique est constamment de 42°, ne fabrique pas à l'unité de poids plus de chaleur qu'un autre animal à température constante de 37°, mais qu'il sait mieux la conserver, grâce à ses plumes : d'où élévation de température de son sang, sans surproduction effective de chaleur. Ceci ne veut nullement dire, d'ailleurs, qu'un sujet dont la température moyenne *habituelle* au thermomètre est de 37°, lorsqu'il accuse 39° ou 40° en différents points de sa personne (température axillaire, rectale, buccale, vaginale), ne produise pas alors davantage de chaleur, car il est bien certain que de telles variantes *générales* sur un même sujet ne peuvent être seulement des variantes de répartition, mais sont alors des variantes de production.

Ceci dit, il n'en était pas moins nécessaire de faire des recherches pour analyser les conditions calorigènes entre espèces animales différentes ; et, dans une même espèce et sur un même animal, les influences sur son équilibration thermique des diverses causes échauffantes ou refroidissantes ; bref : de disposer d'un moyen d'étude d'ensemble tel que la chambre calorimétrique, où ces variations pourront être cueillies et mesurées. C'étaient d'ailleurs là études qui avaient jadis été commencées par LAVOISIER et

LAPLACE, à l'aide d'un calorimètre à glace, certes imparfait mais qui marquait l'orientation à suivre.

Pour réaliser au mieux les conditions d'étude et d'exactitude désirables, le jeune préparateur de CLAUDE BERNARD conçoit de mesurer la chaleur dégagée par l'animal mis en observation au moyen de l'échauffement que prendrait de son fait (*si on laissait faire*), une chambre calorimétrique à double paroi avec matelas

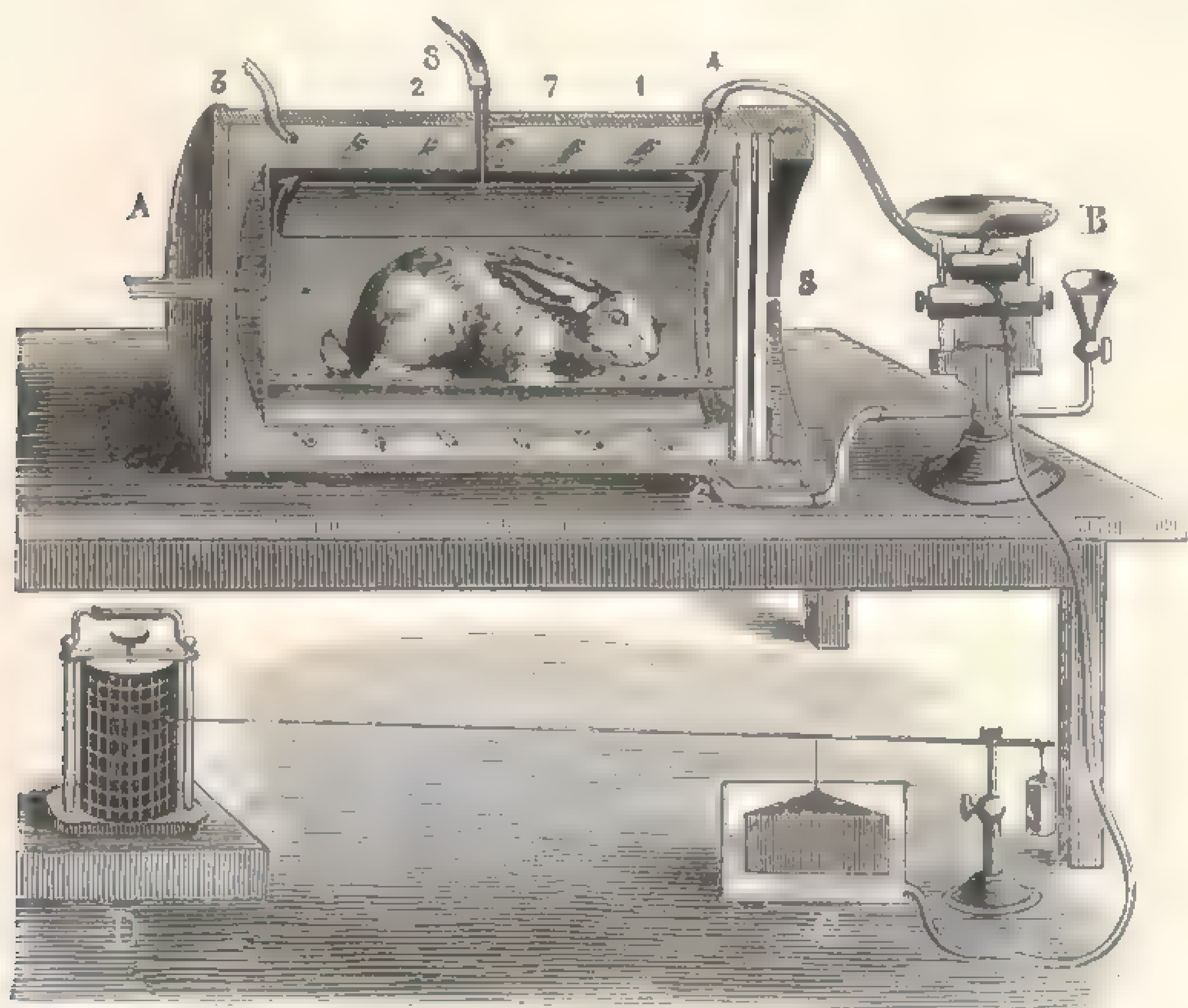


Fig. 31. — Calorimètre enregistreur de M. D'ARSONVAL (placé ici dans une cave à température quasi invariable, il n'a pas eu à être doublé de l'enceinte spéciale à température constante décrite plus loin). — 1. Enveloppe à double paroi avec matelas d'eau interposé. — 3. Arrivée de l'eau à 0°. — 4. Sortie serpentine de l'eau arrivée à la température voulue constante. — 6. Transmission de la température de l'enveloppe liquide au régulateur automatique d'écoulement B. — A. Tube d'arrivée d'air pour la ventilation de l'espace occupé par l'animal. — 8. Trois flèches qui montrent la sortie en chicane de l'air respiré, cédant alors sa chaleur gagnée au matelas liquide, mais neutralisée par l'eau de circulation 3, 4. — B. Régulateur automatique d'écoulement. — C. D. Appareil enregistreur.

d'eau interposé où on va faire vivre cet animal (figure 31), étant entendu que l'échauffement communiqué sera mesuré (en même temps que sans cesse neutralisé) par la quantité d'eau à amener de

l'extérieur, à travers un serpentin, 3, 4, dans le matelas d'eau de façon à maintenir constamment à la température initiale choisie la dite enceinte calorimétrique. Si, par exemple, on a décidé de fonctionner au régime d'une température d'enceinte de 18°, le calorimètre devra être construit de telle façon *qu'automatiquement* si, par chaleur dégagée de l'animal, le matelas d'eau enveloppant tend à s'échauffer, une circulation d'eau froide d'amenée extérieure se mette à courir dans le serpentin, au débit voulu pour conserver toujours à 18° la température enveloppante. Et on conçoit alors que si l'eau est prise à l'entrée à 0° et qu'à la sortie elle soit à la température même qu'elle a pour rôle de maintenir (18°), la quantité plus ou moins grande d'eau écoulée pour réaliser ces conditions multipliée par les 18° de chaleur gagnée dans sa traversée va donner, *ipso facto*, en calories, les calories mêmes dégagées pendant ce même temps par la vie de l'animal. Et nous allons voir comment, par un ingénieux dispositif de M. D'ARSONVAL, la température constante, décidée et réalisée au départ de l'expérience, va *automatiquement* provoquer le flux d'eau refroidissante dans le serpentin, dès que l'animal étant en place, il va résulter de la chaleur qu'il produit une tendance au déréglage par échauffement du matelas d'eau enveloppant.

En définitive, à la fin de l'expérience, l'estimation des calories produites par l'animal se ramène alors à une simple mesure de la quantité d'eau écoulée — ou, plus simplement encore, car le jeune préparateur a tout prévu, à une simple lecture de l'enregistrement du volume de l'eau passée inscrit par un appareil enregistreur de ce débit (fig. 31 C. D.). La chose est en effet des plus faciles : il suffit de faire écouler l'eau de refroidissement à travers un tube susceptible d'être plus ou moins coincé entre deux traverses cylindriques (fig. 31), dont l'une (celle du dessus), mobile, est commandée dans son élévation ou son abaissement par la pression s'échappant d'un boîtier en communication thermique avec l'eau de l'enceinte calorimétrique. Quand, avec la température de cette eau, la pression augmente, la paroi supérieure déformable du boîtier agit par un ressort sur une tige qui élève la traverse supérieure et ainsi « décoince » le tuyau de circulation d'eau et donc active celle-ci. Quand, au contraire, la température désirable se rétablit dans le calorimètre, alors, la pression diminuant dans le boîtier, sa paroi déformable s'abaisse et fait redescendre la traverse supérieure qui recoince plus ou moins le tuyau de sortie de l'eau.

Nous avons dit que la mesure de la chaleur dégagée se trouvait tout simplement ramenée à la lecture même du liquide écoulé.

« En effet, supposons que l'eau qui entre a zéro sorte du calorimètre à plus quinze degrés, elle aura enlevé 15 calories par litre écoulé. »

Et, dans sa Notice de Titres en 1888 pour l'Académie de Médecine, M. D'ARSONVAL ajoute :

« Dans le dispositif, figure ci-contre, utilisé par MAREY pour d'autres expériences, le liquide se rend dans un grand vase cylindrique muni d'un flotteur ne touchant pas la paroi. Ce flotteur est suspendu

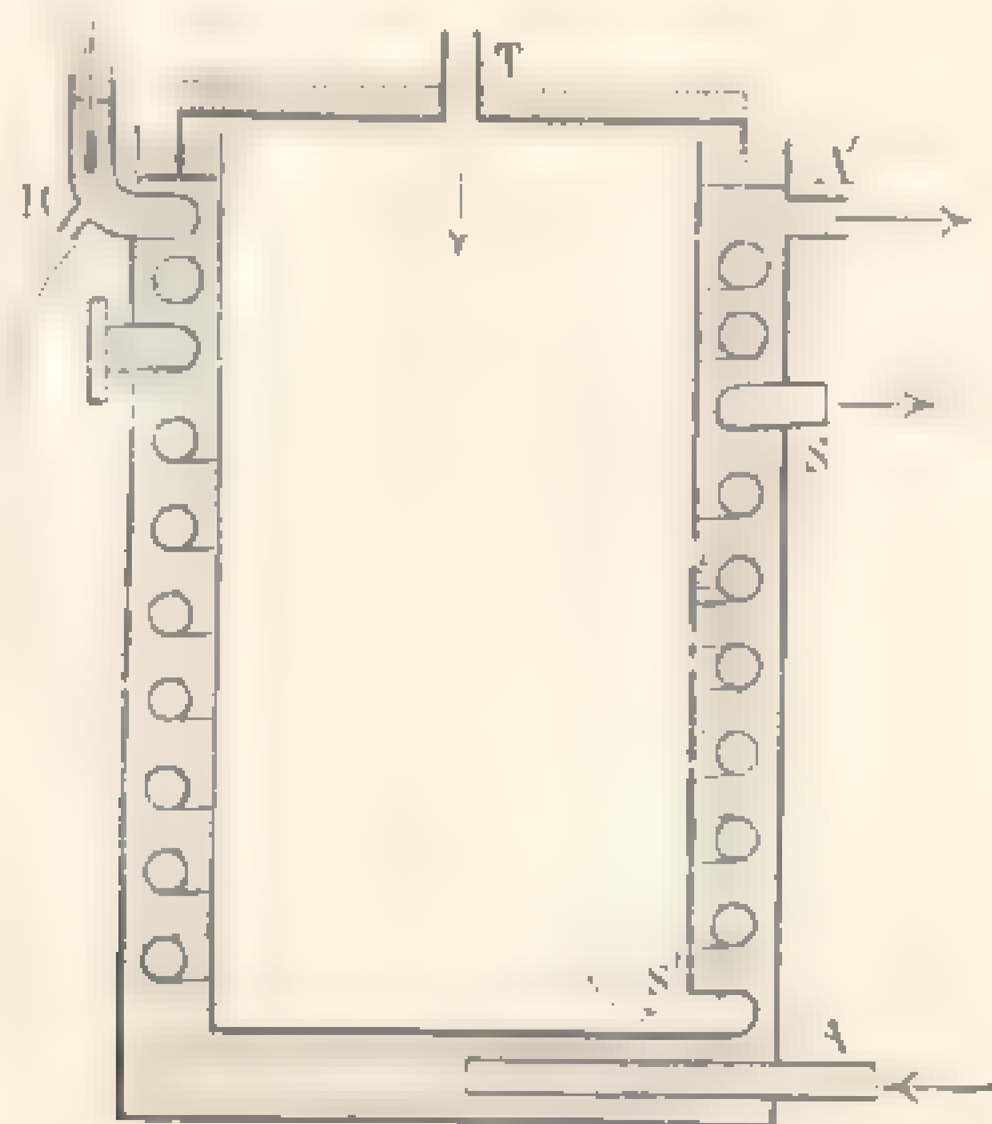


Fig. 32. — Coupe en élévation d'un calorimètre analogue, à quelques détails près, à celui de la figure précédente mais verticalement posé. — T. Arrivée de l'air destiné à la ventilation de l'espace intérieur où est placé l'animal. — S. S'. Serpentin pour le départ de cet air et lui enlevant la chaleur gagnée. — A. Entrée du liquide réfrigérant (ici à circulation libre). — A'. Sortie du même liquide. — R. (En section grisaillée) serpentin de collecte de la température liquide enveloppante et de sa transmission par le tube R au régulateur d'écoulement (non représenté ici — 6, B, sur la ligne précédente), lequel fait écouler en conséquence l'eau de A à A'.

à un long levier qui tend constamment à la soulever sous l'influence d'un contrepoids bien visible sur la figure. L'extrémité de ce levier porte une plume qui vient inscrire les phases de l'écoulement sur un cylindre faisant un tour en 24 heures et qui porte un papier divisé. On fait varier à volonté le bras de ce levier de façon qu'une division verticale corresponde à la calorie, et une division horizontale à la minute de temps.

Pour contrôler l'exactitude de l'appareil. Je lui fournis une quantité de chaleur connue et je mesure ensuite celle qu'il enregistre. L'écart est toujours infiniment faible... »

On trouvera dans la figure ci-contre (fig. 32) la coupe d'une chambre calorimétrique très analogue verticalement disposée, et dont la légende explique tous les éléments qui sont, somme toute, ceux du précédent calorimètre.

Tel était donc, *pour la chambre calorimétrique où va se passer la vie de l'animal*, le principe conçu par M. D'ARSONVAL et sa réalisation. Mais il est bien évident que si cette chambre calorimétrique

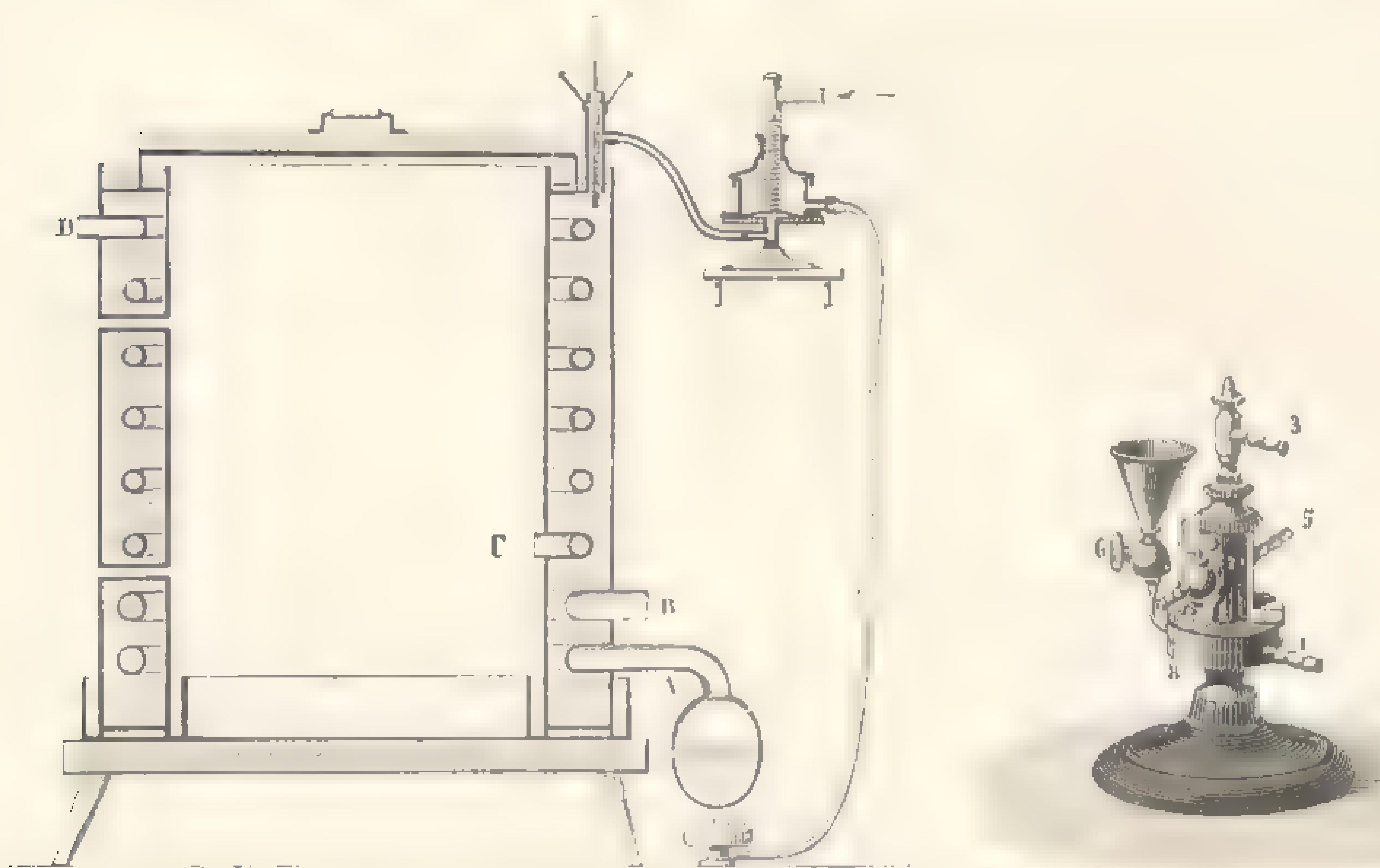


Fig. 33. — A gauche : grande enceinte à température constante avec son régulateur à gaz. On y peut enfermer la chambre calorimétrique figurée précédemment (fig. 32). — A, B, Serpentin chauffeur où se condense la vapeur fournie par la bouillotte. — C, D, Serpentin destiné à la ventilation. On voit sur le côté le régulateur mis en rapport avec le matelas liquide.

A droite, en vue réelle : le régulateur de chauffe. — 1. Tubulure de la pression d'eau dans l'enveloppe parcourue par le serpentin chauffeur et 8 boîtier de cette pression. — 3. Tube d'adduction de gaz commandé par la membrane régulatrice. — 5. Tube de sortie du gaz allant au brûleur.

doit « absorber », pour la mesure que nous venons de voir, toutes les calories résultant de cette vie, elle ne doit absorber qu'elles et n'être en rien influencée par des variations de température étrangère (telles que celles de l'atmosphère extérieure), qui fausseraient alors totalement les résultats. Et pour cela, tout de suite aussi, M. D'ARSONVAL conçoit qu'il faut assurer au calorimètre du côté

de l'extérieur une constance thermique absolue en créant autour de lui une atmosphère, une « enceinte » à température invariable, qui, précisément, sera *et demeurera* celle même qu'on a décidé de prendre pour température-départ (et sans cesse rétablie) des

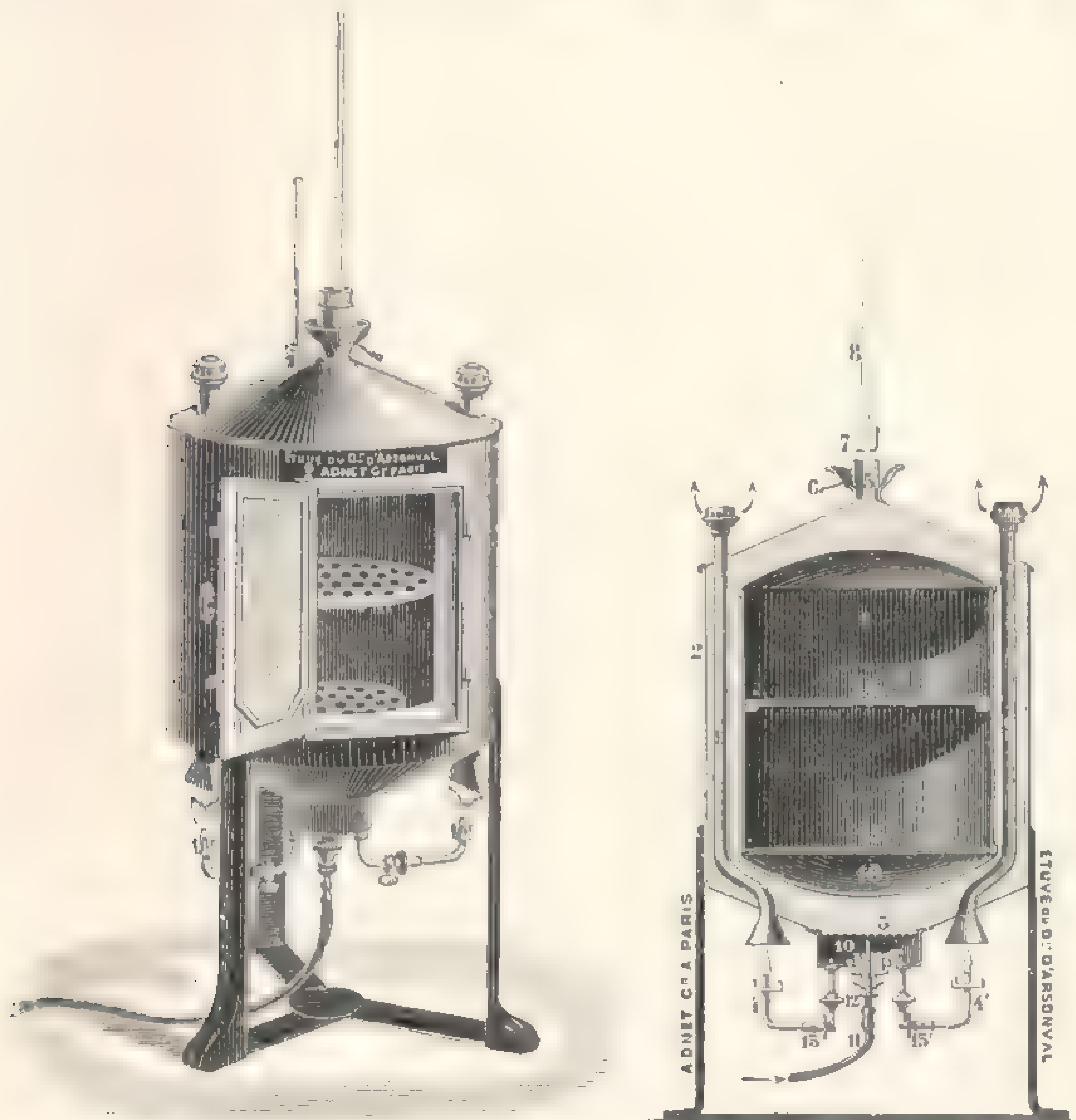


Fig. 34. — Petite enceinte à température constante de M. d'Arsonval : A gauche, l'étuve en élévation avec les deux cheminées à air chaud qui partent des becs de gaz traversant le matelas d'eau enfermé dans le corps à double paroi, ainsi que le montre, à droite, la coupe de cette étuve.

A droite, coupe de l'étuve avec : 1. Chambre centrale de l'étuve. — 2. Chambre annulaire cylindro-conique emprisonnant le matelas d'eau. — 3. Membrane souple soumise aux variations de pression et commandant alors l'arrivée 11 du gaz dans le boîtier 10. — 4 et 4'. Tubes brûleurs. — 5. Tubulure supérieure pouvant être ou close hermétiquement, ou, après atteinte de la température voulue, être surmontée d'un fin tube de verre borgne. — 9 et 9'. — Tubes de la chauffe variable commandée par la pression sur la membrane.

observations calorimétriques : dans le cas pris comme exemple, 18°.

Ainsi donc, il faudra placer la chambre calorimétrique au sein d'une seconde enveloppe qui sera aussi (fig. 33) à double paroi métallique avec matelas d'eau interposé, cette eau étant, par un doux chauffage, à la rampe de gaz par exemple, amenée à la température désirée, mais devant — et c'est là qu'est toute l'ingéniosité du système trouvé par M. D'ARSONVAL, — s'y maintenir alors automatiquement. Avant de montrer comment, disons :

— Que, dans un grand modèle (fig. 33), on réalise un chauffage *indirect* par une source de chaleur placée en dehors de l'appareil et lui envoyant de la vapeur réchauffante grâce à un serpentin courant à travers la nappe d'eau de la double paroi.

— Et que, dans un petit modèle (qui constituera par la suite « l'étuve à température constante » si précieuse pour les travaux des Laboratoires, où l'on peut avoir besoin d'entretenir autour des « préparations » une température invariable pendant des jours et des semaines), dans un petit modèle donc, on procède au chauffage *direct* (par rampe de gaz ou tout autre moyen) du matelas d'eau constituant le ventre même de l'étuve (fig. 34).

Mais, ainsi que nous venons de l'exprimer, il va falloir que la « chauffe » — soit directe, soit indirecte — se règle *automatiquement* en fonction des variations thermiques que tend à prendre l'enceinte ; qu'elle s'accélère si les conditions extérieures agissent pour refroidir cette enceinte ; qu'elle se modère au contraire si ces conditions tendent à la plus échauffer (que 18° dans l'exemple choisi). Et alors, M. D'ARSONVAL invente, *pour l'enceinte péri-calorimétrique*, un « régulateur automatique de chauffage » (fig. 33, 34), qui est, comme le « régulateur d'écoulement d'eau » ci-dessus décrit auquel il s'apparente, un modèle d'ingéniosité, régulateur automatique de température qui fut tout de suite adopté pour quantité d'appareils industriels où cette question de la régulation du chauffage joue un rôle primordial :

C'est que — comme le disait M. D'ARSONVAL, en décrivant son appareillage à la Société de Biologie, le 5 août 1876 — les régulateurs de température employés dans les Laboratoires en 1875, quand je commençais l'étude de la question, étaient l'appareil de BUNSEN ou ses dérivés. Ces instruments consistent essentiellement en un gros thermomètre à mercure dont on utilise la dilatation de différentes manières, pour obstruer plus ou moins le passage du gaz d'éclairage qui sert de

combustible... Le régulateur est plongé d'habitude dans le volant de chaleur, à la façon d'un thermomètre. Par conséquent, l'appareil ne règle la température que pour l'espace fort restreint qu'il occupe. De plus, le foyer chauffe d'abord le matelas liquide, c'est-à-dire : l'enceinte elle-même. Ce n'est qu'après coup que la chaleur se transmet au régulateur... La température du régulateur est toujours en retard sur celle de l'enceinte ; l'appareil présente *un temps perdu* qui le rend infidèle. De plus, le mercure enfermé dans une enveloppe aussi fragile que le verre est toujours, en cas de rupture, un danger pour l'étuve.

J'ai paré à tous ces inconvénients et supprimé complètement l'usage du mercure en inventant la *régulation directe*. Pour cela, je supprime tout régulateur indirect plongeant dans le matelas liquide environnant l'enceinte ; *j'utilise, simplement, la dilatation de ce matelas liquide pour régler le passage du gaz qui se rend au brûleur.*

C'est cet artifice qui constitue l'originalité de mon régulateur et son exquise sensibilité. On comprend, en effet, que le matelas liquide et le régulateur ne faisant plus qu'un même tout, il ne peut y avoir aucun retard dans la régulation.

Pour faire donc qu'ainsi le chauffage soit automatiquement fonction de la température vers laquelle tend à dévier l'enceinte, M. D'ARSONVAL le fait régler (fig. 33, 34) par la pression même du milieu de celle-ci. Quand la température, donc la pression, s'y élève, cela est transmis par le tube (1) dans un boîtier (8) dont la paroi supérieure est constituée par un disque métallique déformable au centre duquel vient s'appuyer une tige verticale (2) allant à son autre extrémité commander un ressort-soupape (5) qui donc élève cette soupape quand la pression augmente, la laisse redescendre quand la pression diminue. Or, comme cette soupape commande, en l'obturant plus ou moins, le tuyau d'arrivée du gaz (3) allant par le tube (5) chauffer la bouillote, il s'ensuit que le débit du gaz — et donc le chauffage — s'accélère quand, par le refroidissement de l'enceinte, la pression intérieure du boîtier communiquant diminue, et que, au contraire, le débit du gaz — donc le chauffage — se ralentit, quand, par élévation de la température de l'enceinte (et donc du boîtier), la pression tend à augmenter tant soit peu. Cet appareil a été démontré sensible au centième de degré. On conçoit donc qu'il puisse aider merveilleusement à obtenir la constance rigoureuse de la température de l'enceinte au chiffre voulu, et qui est le chiffre même initialement choisi pour l'enceinte du calorimètre lui-même.

M. D'ARSONVAL fait d'ailleurs remarquer que, lorsqu'on dispose de conditions de « milieu » favorables, comme une cave bien

protégée et où, alors, les variations de température sont insignifiantes, on peut se dispenser de la complication d'une protection péri-calorimétrique spéciale :

Dans les nombreuses expériences que j'ai faites au Collège de France, j'ai pu supprimer l'enceinte à température constante environnant le calorimètre. Pour cela, j'ai installé l'instrument dans une cave du laboratoire (fig. 31) dont la température reste constante pendant des semaines, et dont les oscillations vont de + 10° à + 12° dans le courant de l'année.

C'est une condition facile à réaliser dans la plupart des laboratoires et qui a l'avantage de simplifier l'installation.

C'est avec cet appareil que M. D'ARSONVAL effectua — de 1878 à 1886 particulièrement, — la plupart de ses recherches en calorimétrie. On lit, en effet, page 18 du même Exposé, à l'occasion du volumineux registre contenant toutes les courbes ayant enregistré les résultats : « Presque toutes ont été obtenues à l'aide de mon premier calorimètre représenté fig. 31. »

Cependant, son ingéniosité réalise en parallèle bien d'autres dispositifs qu'on voit décrits sous le nom de : « Calorimètre par distillation », « calorimètre balance », etc., etc. Enfin, pour l'étude spéciale de la calorimétrie humaine qui exige de grands espaces, il quitte la calorimétrie à température ambiante maintenue constante, pour la « calorimétrie par rayonnement » dont il construit une réalisation où, cette fois encore, toutes les causes d'erreur jadis assemblées en cette méthode sont minutieusement éliminées. En voici la description et la figure (Titres et Travaux 1888 : page 15) :

« Cet appareil a été surtout imaginé pour la calorimétrie humaine à laquelle s'appliquent difficilement mes autres méthodes, à cause de la grandeur qu'il faut donner au calorimètre.

En principe, l'appareil se compose (fig. 35), comme toujours, de deux cylindres concentriques, limitant deux cavités : une intérieure 2, où se place l'homme, une annulaire 1, hermétiquement close et *pleine d'air*. Cette cavité est en communication, par le tube 3, avec un manomètre en U, figuré en 4 et rempli d'eau. Le calorimètre est suspendu au plafond par une poulie 5 et équilibré par un poids 7.

Sa base repose sur un socle 8, muni d'une rainure circulaire qu'on emplit de liquide et qui isole la cavité 2 de l'air extérieur par fermeture hydraulique. Pour pénétrer dans l'instrument, on le soulève au-dessus du sol et on le laisse retomber dans la rainure 8, une fois le sujet en place. Cette manœuvre ne présente aucune difficulté grâce à la suspen-

sion de l'instrument. Au-dessus du socle débouche un tuyau 9 qui passe à travers la cloison de la pièce. La ventilation a lieu par la cheminée 9 où brûle un bec de gaz à débit rendu constant par un petit régulateur Giroud. L'air extérieur arrive par le tube 10, situé en haut du calorimètre. La ventilation se faisant de haut en bas, la température est bien uniforme dans l'intérieur du cylindre calorimétrique.

Supposons l'appareil relié à un manomètre en U, par le tube 3 ; si une source de chaleur est placée en 2, elle échauffe l'air de 1, et la température s'élève jusqu'à ce que la perte par rayonnement soit égale à la production. Cette augmentation de température se traduit à l'extérieur par l'élévation de la colonne d'eau du manomètre qui en donne la mesure. Ce calorimètre est un grand thermomètre périphérique, comme mon premier ; il est à air au lieu d'être à liquide.

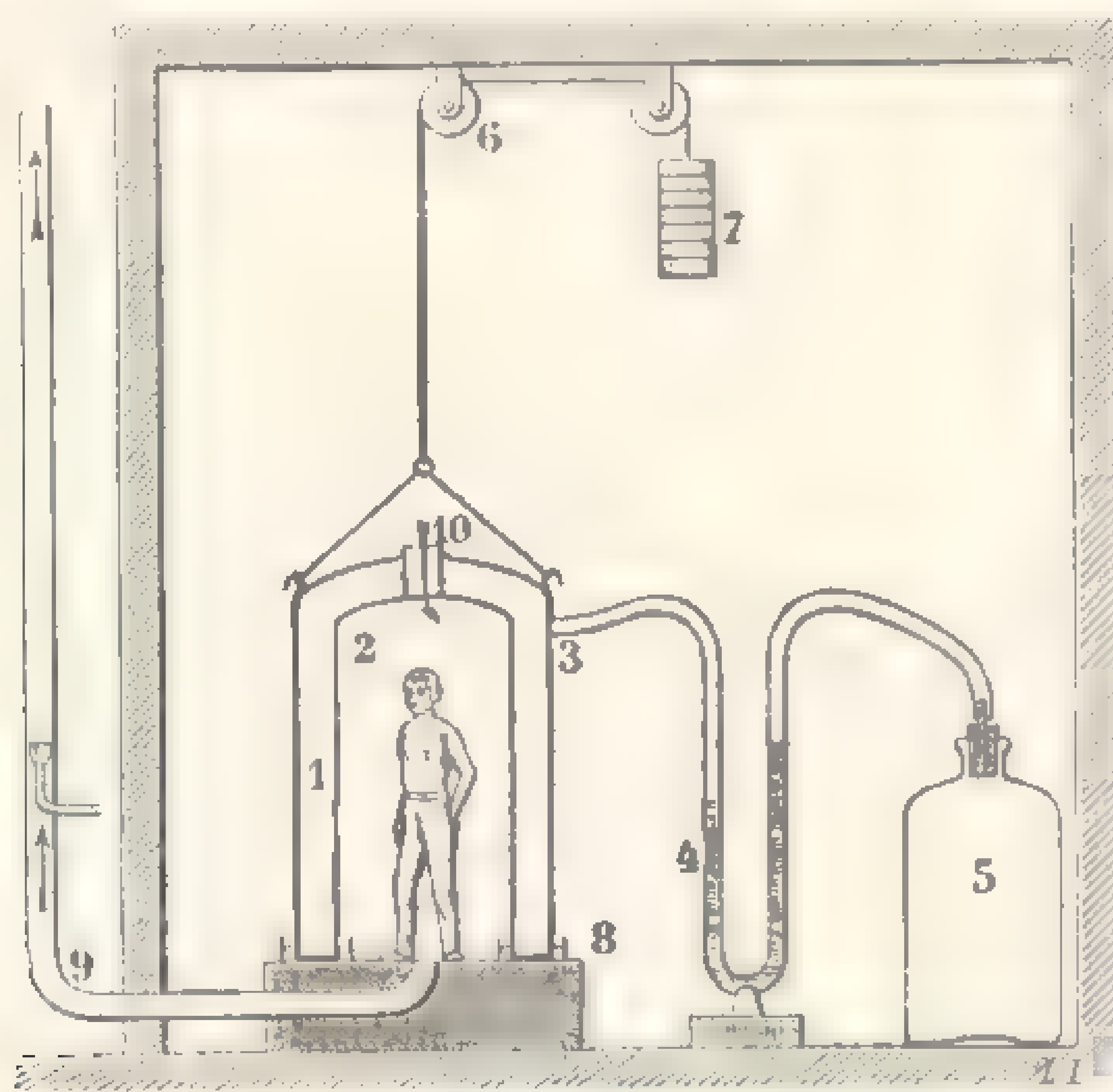


Fig. 35. — Grand calorimètre par rayonnement (voir texte).

Si on employait un manomètre simple, il faudrait faire des corrections de température et de pression, suivant les variations du milieu ambiant. Pour éliminer ces deux corrections, je relie la seconde branche du manomètre soit à un second calorimètre identique au premier, mais vide, soit à un grand vase 5 qui se trouve dans la même pièce. On a ainsi un vrai thermomètre différentiel, et le *manomètre indique constamment l'excès de température du calorimètre sur le milieu ambiant*, c'est-à-dire précisément la quantité à mesurer d'après la loi de Newton. Je gradue l'instrument une fois pour toutes en introduisant, dans son intérieur, une source de chaleur d'intensité connue et constante (bec d'hydrogène, lampe à incandescence, etc.). Je rends son pouvoir émissif

constant, en le recouvrant d'un bon vernis cuit au four. Si on veut sensibiliser l'instrument, il suffit d'incliner le manomètre.

Les calories rayonnées en un temps donné sont rigoureusement proportionnelles à la hauteur du manomètre. »

Quelques années plus tard (1894), au milieu de tous ses autres travaux, il imaginait un appareil d'étude calorimétrique qui, tout en étant peut-être moins rigoureusement « absolu » que le grand calorimètre fixe de recherches en laboratoire, offrait avec une approximation très suffisante — et, dans tous les cas, une constance de résultats toujours proportionnels et comparables pour le même appareil une fois pour toutes bien « taré » au départ — cet énorme avantage de pouvoir être installé rapidement partout (par exemple, au-dessus d'un lit de malade à étudier en hôpital), et de donner des réponses rapides, en quelques minutes. En raison de son principe et de sa construction, il lui donna le nom de « Anémo-Calorimètre » (Biologie, 27 janvier 1894) :

Supposons un homme enfermé dans une espèce de chambre, l'isolant du milieu ambiant (fig. 36). L'air peut pénétrer librement par la partie inférieure de cette chambre, et s'échapper par une courte cheminée (4) située à la partie supérieure. La présence du sujet agit comme une source de chaleur et détermine un tirage d'autant plus actif qu'il dégage plus de chaleur. En plaçant un « anémomètre » (5) au-dessus de la cheminée d'appel, le nombre de tours du moulinet dans l'unité de temps donne une mesure très exacte de la vitesse du courant d'air, et par suite de la chaleur dégagée par l'individu. Ce procédé, qui paraît grossier de prime abord, est d'une sensibilité surprenante et j'ai été vraiment étonné de la rapidité et de la justesse des indications qu'il fournit, ainsi qu'on le verra plus bas.

Ceci posé, du principe de cet appareil, nous ne pouvons insister sur tous les détails de sa construction minutieusement donnés dans cette communication et dans celle complémentaire aux Archives de Physiologie, avril 1894. Disons seulement que, pour justifier son principe de mesure de la chaleur rayonnée grâce à la lecture du nombre de tours imprimés pendant ce même temps à l'anémomètre, M. d'Arsonval avait soigneusement établi au préalable la relation suivante : que la chaleur de la source est toujours sensiblement proportionnelle *au carré* du nombre de tours effectués par l'anémomètre dans l'unité de temps, c'est-à-dire que, si avec une seconde source de chaleur, l'anémomètre tourne *deux fois* plus vite, c'est que la se-

conde source de chaleur est *quatre fois* plus énergique que la première.

Dans ces conditions, il suffit de « tarer » l'appareil avec une source artificielle d'intensité connue et constante (par exemple courant électrique évalué en ampères à travers une résistance connue). Pour l'appareil ci-dessus éprouvé, avec 1.200 tours du moulinet en un quart d'heure correspondant à un courant de

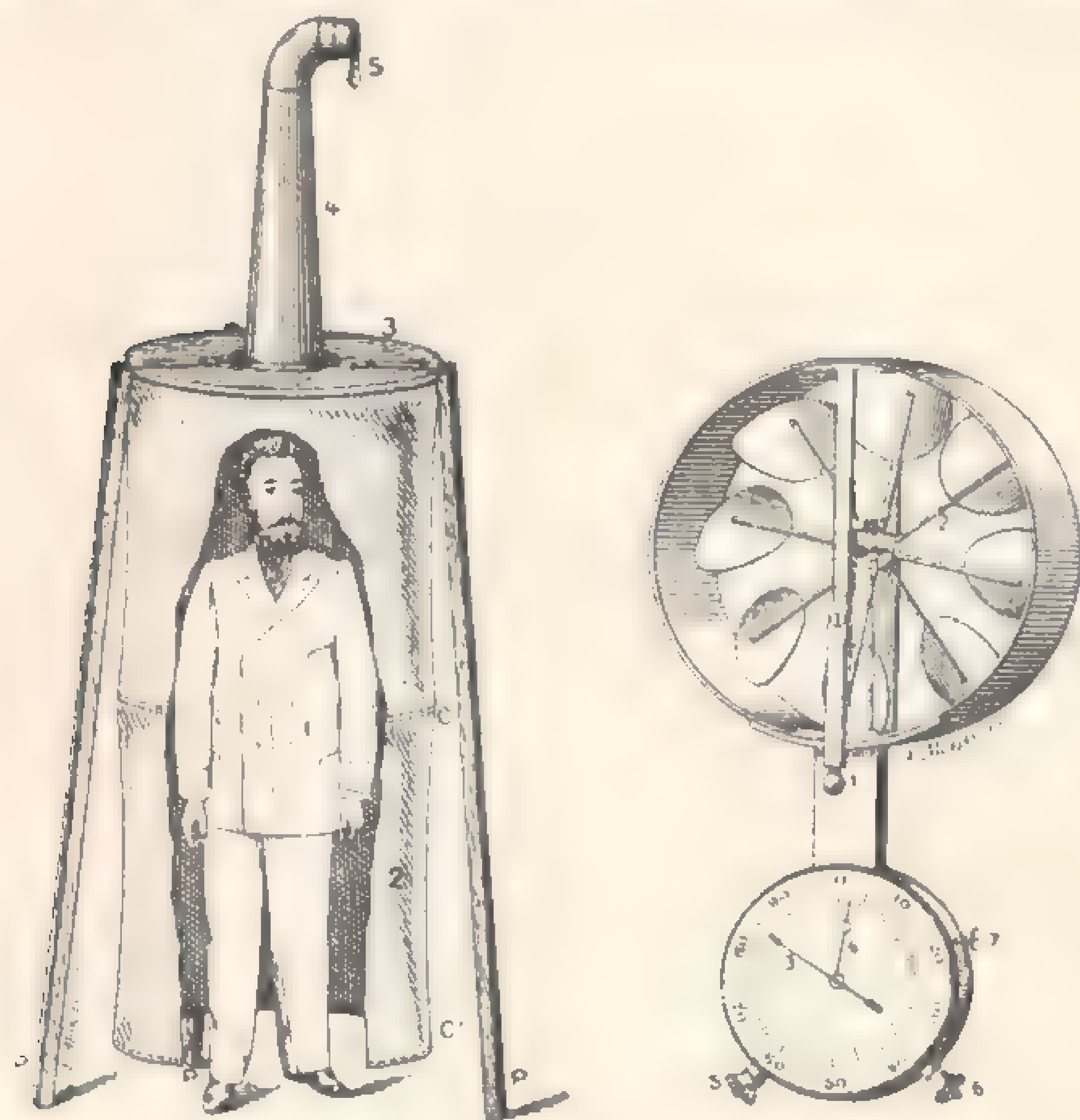


Fig. 36. — L'anémo-calorimètre de M. D'ARSONVAL, avec, à droite, le détail de l'anémomètre fixé à l'issue de la cheminée 5.

5 ampères, ou 80 tours à la minute dans les mêmes conditions, le calcul donnait 21,6 *grandes calories à l'heure*. Et, se mettant lui-même en expérience, M. D'ARSONVAL pouvait présenter les quelques chiffres suivants :

Poids, 74 kilos ; âge 42 ans ; température ambiante, 18°.	CALORIES A L'HEURE.
A jeun, debout et nu, je dégage.	124.4
A jeun, debout et habillé, je dégage.	79.2
1 heure après déjeuner, debout et habillé, je dégage	91.2
1 heure après déjeuner, assis et habillé, je dégage.	69.6
Après un bain à 28°.	48,0

Et le jeune maître concluait :

On voit quelles énormes oscillations de la thermogénèse on peut constater chez un homme à l'état de santé. La station verticale, notamment, fait passer la production de chaleur de 69,6 calories (position assise) à 91,2. Le calorimètre rend donc bien compte de la fatigue que cause la station debout, puisque la contraction musculaire, dans ce cas, rejette 21,6 calories de plus, ce qui suppose une consommation considérablement accrue pour fournir ce *travail physiologique* qui échappe aux mesures de la mécanique et que M. CHAUVEAU a eu parfaitement raison de distinguer du travail mécanique...

Comme complément d'instruction — et d'ingéniosité — le petit perfectionnement suivant qui est, au passage, un hommage rendu à l'admirable propagandiste de la méthode graphique, et précurseur immédiat du cinéma, notre grand MAREY :

Lorsque l'on veut obtenir une mesure continue de la chaleur dégagée, l'appareil se transforme très simplement en *calorigraphe* à indications continues de la manière suivante : sur le compteur de l'anémomètre j'ai fait établir un contact électrique dont on voit les bornes sur la figure 36. A chaque tour de l'aiguille du compteur le courant est fermé quand cette aiguille passe au zéro. Le courant actionne un électro-aimant qui fait monter d'un cran une plume imprégnée d'encre, laissant sa trace sur un cylindre qui tourne en fonction du temps. On obtient ainsi une courbe qui totalise les révolutions de l'anémomètre, et dont l'inclinaison variable sur la ligne du temps donne à chaque instant la vitesse du moulinet. Cet appareil n'est autre, comme principe, que *l'odographe* inventé par M. MAREY (1). De cette courbe, il est facile de déduire la chaleur produite, *à chaque instant*, par le sujet en expérience. C'est ainsi qu'en établissant au-dessus de mon lit un appareil de ce genre j'ai pu étudier les variations de la thermogénèse humaine pendant le sommeil...

Mais à quoi donc ont abouti ces appareils et ces recherches ? On le trouve mentionné dans un long exposé de conclusions dont l'importance sera suffisamment marquée ici par la seule énumération des paragraphes, sans qu'il nous soit possible d'entrer dans les détails.

1° Influence du poids et de la taille sur la thermogénèse animale.
2° Influence de l'espèce animale.
3° Influence du tégument externe.
4° Influence de la température du milieu ambiant.
5° Influence de la pression barométrique.

(1) MAREY, Méthode graphique, p. 183, Paris 1878.

6° Influence de la composition gazeuse du milieu.
7° Influence de l'abstinence.
8° Influence de la digestion.
9° Influence de la lumière.
10° Influence des enduits et vernis appliqués sur la peau.
11° Influence de l'incubation et du développement.
12° Variation du pouvoir émissif de la peau humaine.
13° Influence de la fièvre.
14° Influence du froid et des irritations cutanées.
15° Coefficient de partage thermique.
16° Influence des anesthésiques (chloroforme, éther).

Sur beaucoup de points, les résultats de ces expériences et de ces contrôles minutieux changèrent du tout au tout les opinions classiquement transmises sur les phénomènes de la calorimétrie animale, introduisirent en physiologie et en médecine humaine des faits dont celles-ci ont grandement bénéficié tant pour l'interprétation des phénomènes de la Nature et de la Vie que dans les applications pratiques découlant de cette meilleure connaissance.

Donnons-en seulement deux exemples qui pourront dicter curiosité d'aller les compléter dans les travaux originaux du Maître. Voici :

1° Les oiseaux ont une température de 4 à 5° plus élevée que celle des mammifères. On en a conclu que ces derniers faisaient plus de chaleur, à poids égal, que des mammifères de même taille. *Cette conclusion est fausse* car si, comme je l'ai fait, on place dans un calorimètre, successivement un lapin et une poule de poids égaux, on voit qu'ils produisent sensiblement la même quantité de chaleur.

La poule en produirait plutôt moins ; la haute température de cet animal doit donc s'expliquer par la *conservation* plus parfaite de la chaleur produite, grâce au plumage, et non par une production plus grande, contrairement aux conclusions tirées de la thermométrie.

2° Lorsque l'on frotte d'huile de lin un lapin, sa température centrale s'abaisse énormément et l'animal meurt plus ou moins rapidement, avec arrêt des échanges, sa température centrale pouvant passer de +39° à +23, ou même +18° comme je l'ai constaté quelquefois. Ici il y a abaissement à la fois de la température centrale et de la température périphérique ; donc, disait-on, l'animal fait beaucoup moins de chaleur. *Cette conclusion est absolument fausse.* J'ai prouvé, en effet, qu'un lapin, frotté d'huile de lin et placé dans le calorimètre, dégage jusqu'à *quatre fois plus* de chaleur que l'animal normal. Dans ces conditions l'animal se refroidit parce que, malgré la surproduction de chaleur, son pouvoir émissif est devenu tel que la compensation ne peut plus exister ; il perd toujours plus qu'il ne gagne. La preuve en

est que si on place l'animal dans un milieu chaud, comme l'a fait M. BROWN-SEQUARD, il ne meurt pas, bien que frotté d'huile...

Cette propriété particulière aux corps gras d'augmenter le pouvoir émissif de la peau dans d'énormes proportions explique très bien pourquoi les athlètes de l'antiquité prenaient le soin de se frotter d'huile avant le combat. Ce n'était pas seulement, comme on l'a dit, pour offrir moins de prise à l'adversaire, mais aussi pour pouvoir perdre plus facilement l'excès de chaleur produit par la contraction musculaire. Ils avaient parfaitement reconnu ce fait empiriquement. Ne serait-ce pas également pour la même cause que les peuplades exposées aux chaleurs des tropiques présentent toutes une secrétion huileuse de la peau et prennent encore le soin d'exagérer l'épaisseur de cet enduit naturel ? Le moyen en tout cas est parfaitement rationnel pour augmenter le rayonnement et pour soustraire aux corps le plus de chaleur possible...

Par ces deux simples exemples, on voit tout l'intérêt des « influences » mises à l'étude dans les « paragraphes » ci-dessus énumérés.

Rappelons, pour ne pas demeurer trop incomplet quant au cycle calorimétrique, exploré par M. D'ARSONVAL, que ces études l'amenèrent incidemment à construire pour les laboratoires de chimie, de microbiologie et bactériologie, pour ceux aussi de l'industrie, des « étuves » avec « régulateurs automatiques » qui rendirent à ces diverses branches les plus signalés services.

L'une des premières construites, alors que le jeune préparateur de CLAUDE BERNARD en était encore à ses débuts, le fut pour le Laboratoire de PASTEUR à l'Ecole Normale. Cette « enceinte » à température constante est d'ailleurs l'annonce de celle qui, un peu plus tard, va envelopper le « calorimètre contenant l'animal en expérience ». Ayant donné plus haut les principes et la marche de cette étuve, maintenue à température invariable par un régulateur automatiquement commandé par la dilatation de l'eau sous l'effet du chauffage (fig. 34), nous jugeons tout à fait inutile d'y revenir.

Nous n'en finirions pas de cette question s'il fallait maintenant rappeler tous les dispositifs régulateurs : régulateur de chauffage, régulateur d'écoulement d'eau, thermo-siphon régulateur, régulateur de pression pour les vapeurs, régulateur à essence de pétrole et, pour les températures basses constantes : régulateur à chlorure de méthyle, à ammoniaque, à éther, etc... que M. D'ARSONVAL, suivant les besoins du moment et la nature des recherches poursuivies, inventa. A ceux que ces trouvailles

mécaniques intéresseraient plus directement, nous n'aurons qu'à conseiller de parcourir la « Notice des Titres et Travaux Scientifiques » pour sa candidature à l'Académie de Médecine (1888). Pour nous, il nous suffira d'en avoir dégagé les grands principes, d'avoir ouvert les idées à l'intérêt et à l'utilité de ces recherches, montré quelques moyens de réalisation, et fait enfin ressortir le plaisir et le profit qu'il y a à suivre un esprit ingénieux dans l'édification de ses découvertes.

***

C'est donc maintenant un tout autre champ d'action qu'avec M. d'Arsonval nous allons explorer — et l'on verra aussi avec quelle magnifique moisson ! — le champ de l' « Electricité et Electrophysiologie », comme il est inscrit à la Section II de la Notice ci-dessus invoquée.

Un autre champ ? avons-nous dit. Oui et non, car il faut bien reconnaître que c'est par la calorimétrie, et pour elle d'abord, que, chez Claude Bernard, le jeune préparateur va commencer à faire les yeux doux à l'Electricité, et que, si loin et si haut que l'Electrogenèse doive ensuite le mener, il lui rattachera plus d'une fois les questions antérieures de la Thermogenèse.

Mais, en attendant que nous en soyons à comprendre comment la chaleur animale n'est sans doute qu'une manifestation de seconde main suivant des manifestations électriques primordialement décelables dans les tissus vivants et *engendrées par leur vie même*, revenons au tout-début du Maître dans le cycle de l'Electricité et constatons qu'il y entre, à l'occasion des recherches de Claude Bernard « sur la répartition calorifique du système sanguin ». Nous lisons, en effet, en tête de la Section II de sa Notice :

SECTION II

ELECTRICITÉ ET ELECTROPHYSIOLOGIE

Nerfs et Muscles

Topographie calorifique : Sondes thermo-électriques, galvanomètres, etc.

(Société de Biologie 1880, et Claude Bernard : Leçons de Physiologie opératoire, 1878)

Claude Bernard ayant repris, en 1877, ses expériences sur la topographie calorifique du système sanguin, me chargea d'installer toute la partie instrumentale.

Pour rendre ces expériences faciles à répéter et enlever les causes d'erreurs provenant des appareils, *je dus modifier les sondes et le galvanomètre...*

Pour aller saisir commodément et instantanément les températures des tissus profonds et du sang lui-même au sein des gros vaisseaux, en des régions plus ou moins accessibles du corps, il se sert de l'Electricité sous la forme des courants qu'on sait naître à la soudure de deux métaux de matières différentes quand leur point de contact se trouve chauffé, courants qui, dirigés sur un galvanomètre sensible, le font dévier proportionnellement à l'échauffement.

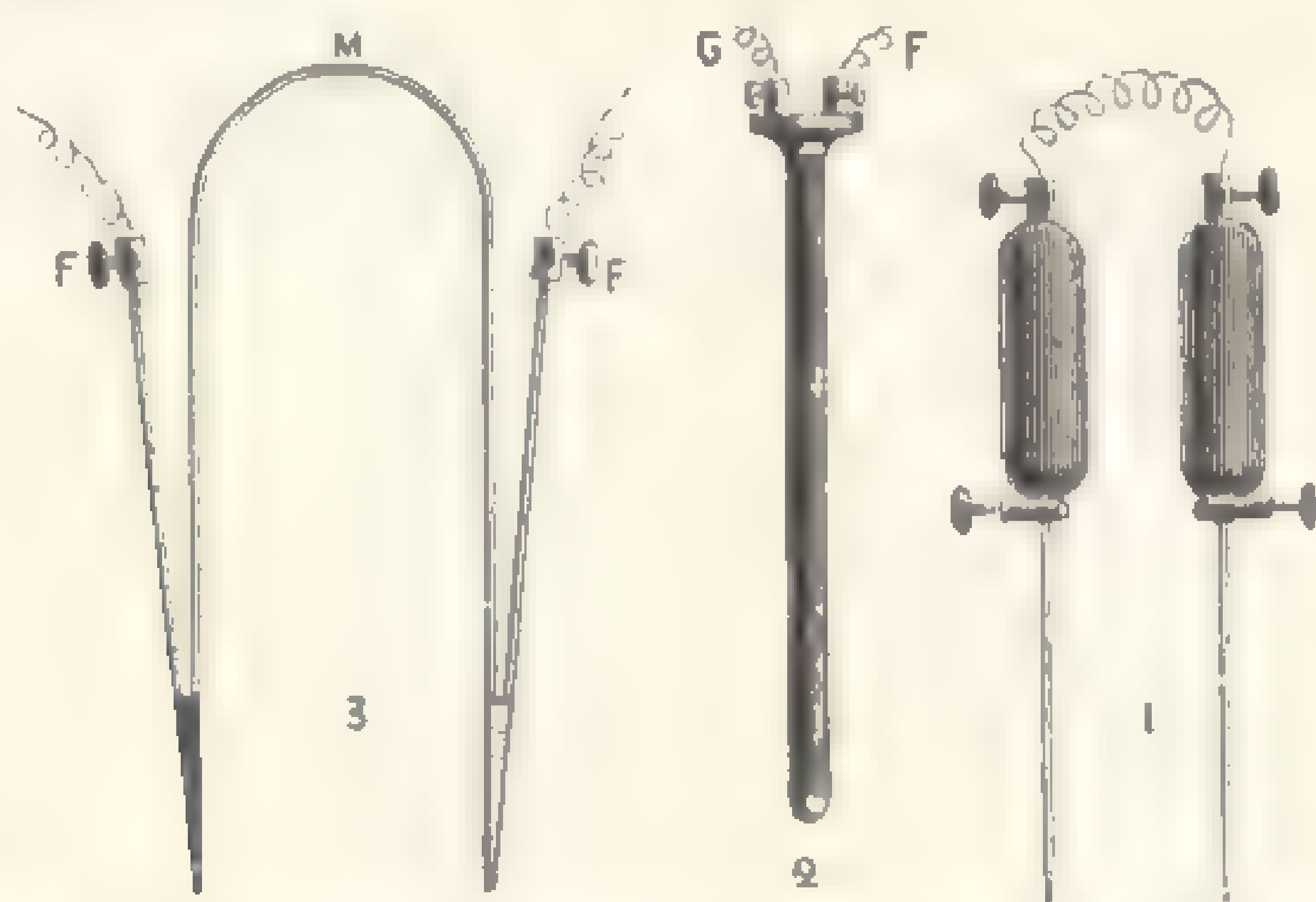


Fig. 37. — Aiguilles thermo-électriques de M. d'Arsonval.

Il fabrique donc de fines aiguilles thermo-électriques perfectionnées (fig. 37), qu'on peut enfoncer au plus profond des tissus et des organes, de même qu'il perfectionne le galvanomètre en usage et qui est trop peu « réagissant » (en attendant d'en inventer bientôt un autre « apériodique », dont les qualités sont telles que, depuis cinquante-cinq ans de cela, il a toujours sa place dans les laboratoires et dans l'industrie).

Pour ce qui est des soudures-sondes thermo-électriques, elles ont *reçu*, écrit M. d'Arsonval dans les Mémoires de l'époque (1), *une disposition nouvelle qui rend absolument inutile de les entourer d'une gaîne isolante.* Le métal qui les forme plonge directement dans le sang ou le tissu dont on veut prendre la température, sans qu'on ait à rechercher

(1) Voir notice sur les Titres et Travaux scientifiques. — Paris 1888, page 25.

la moindre action chimique comme cela arrivait lorsqu'on se servait de sondes composées de deux fils parallèles de métaux différents.

Pour cela, j'ai disposé *un des métaux, sous forme de tube, autour du second métal* qui entre dans ce tube à la façon d'un mandrin isolé, jusqu'au point où se fait la *soudure thermo-électrique*.

Les deux métaux qui m'ont donné le meilleur résultat sont le couple fer-nickel et surtout le couple fer-cobalt dont la force électromotrice, pour une même différence de température, est bien plus élevée que les couples fer-cuivre ou fer-maillechort employés jusque-là. Ces sondes, que j'ai appelées *sondes à soudure termino-cylindrique*, n'ayant pas besoin de gaîne isolatrice, peuvent se faire d'un diamètre bien plus faible que les autres et pénétrer, sans inconvénient, dans la profondeur des tissus, même chez l'homme. Sous forme d'aiguilles piquantes, leur volume ne dépasse pas celui d'une aiguille de seringue de Pravaz... (fig. 37).

Pour ce qui est du galvanomètre : « *Le grand défaut des galvanomètres employés jusque-là consistait dans leur forme et la longue durée de leurs oscillations.* Je supprimai ces deux inconvénients en employant un modèle particulier d'instrument, analogue au galvanomètre de Thomson, dont je supprimai complètement les oscillations en faisant plonger l'aiguille aimantée inférieure dans un bain de pétrole. Cet amortisseur liquide est excellent : l'aiguille, déplacée par le courant, va prendre sa position d'équilibre sans la moindre oscillation, et, par la nature même du liquide, se trouve à l'abri de l'oxydation.

Ces lignes sont de 1878. Mais, dès 1881, M. D'ARSONVAL va, comme on le verra, construire un nouveau galvanomètre dit « à circuit mobile » et qui représente un pas en avant considérable pour la sensibilité et l'exactitude de ces délicates mesures.

Nous avons dit ci-dessus que son esprit était hanté par la conviction qu'à côté des phénomènes thermiques, il se passe, dans les tissus, des phénomènes électriques dont on avait d'ailleurs déjà signalé, dans le muscle, la présence, mais non sans controverses ni contradictions, phénomènes que, lui, entrevoit comme beaucoup plus généraux, *comme partout répandus*.

Pour d'abord reprendre, contrôler, et cette fois bien mettre en évidence, s'ils existent, les courants très « fins » et très « ténus » que certains ont décrit sortir d'un muscle aux deux phases possibles de sa vie : phase de contraction, phase de repos, avec, dans chacun de ces cas, sens différents des courants, voici que la mise au point toute récente (1876), par GRAHAM BELL, du téléphone (invention dont, bien entendu, il n'ignore pas le moindre détail), lui suggère l'idée de se servir (on verra plus loin comment) de

cet appareil pour « révéler » lesdits courants sur lesquels on discute toujours. Disons, d'ailleurs, en passant, puisque nous venons de parler du « téléphone », que, de même qu'il inventera ultérieurement pour la médecine des électrodes exploratrices impolarisables (fig. 70), qui, à leur tour, conjointes avec son futur galvanomètre extra-sensible, enregistreront les plus minimes intensités et toutes les particularités de ces courants, de même, dans la branche industrielle, il va inventer des « microphones » et des « téléphones » qui auront l'honneur d'équiper pendant vingt ans les postes du Réseau d'État Français alors à ses débuts, ainsi que quantité de postes particuliers. Mais c'est là une question que nous allons retrouver au chapitre suivant, lorsqu'après « M. D'ARSONVAL physicien, physiologiste et médecin », nous envisagerons « M. D'ARSONVAL abordant diverses branches de l'Industrie Électrique ».

Suivons d'abord ses débuts en électricité médicale. Pour l'instant donc (1876-1878), il n'a pas encore ces électrodes, ni ce galvanomètre futur mesureur des faibles courants qu'il suppose émis par les processus de la vie tissulaire, mais il imagine, avons-nous dit, pour l'étude de ceux « musculaires », d'utiliser le primitif appareil téléphonique de Bell pour cependant, s'ils existent bien, les extérioriser.

Cette histoire de courants électriques musculaires et de leur exploration est d'ailleurs d'une telle importance pour qui veut comprendre quelque chose aux faits de la Biologie, qu'il nous faut la rappeler avec quelques détails — d'autant que révélatrice une fois de plus de toute l'ingéniosité du jeune D'ARSONVAL.

Les physiologistes des deux premiers tiers du XIX[e] siècle, notamment : les NOBILI (1), MATTEUCI (2), DU BOIS-REYMOND (3),

---

(1) LÉOPOLD NOBILI (1784-1835), grand physisien italien, inventeur du galvanomètre astatique à deux aiguilles aimantées superposées et inversées (1826) et de la pile thermo-électrique (1830).

(2) CHARLES MATTEUCI (1811-1868), physicien et homme politique italien, professeur de plusieurs Universites, auteur de remarquables recherches d'électro-physiologie animale, rassemblées dans le *Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux* (1840) et plusieurs autres publications.

(3) EMILE DU BOIS-REYMOND (1818-1896), physiologiste allemand, né et mort à Berlin ; auteur de : *Recherches sur l'électricité animale*, 1845, 1849, 1860 ; *Descriptions de quelques méthodes et recherches électro-physiologiques* (1863), *Recueil d'études sur la physique générale des muscles et des nerfs* (1875-1877), etc...

DUCHENNE DE BOULOGNE (4), etc..., en reprenant les expériences fondamentales de GALVANI (5) — ces expériences objet de sa mémorable discussion avec VOLTA (6), aux origines mêmes de la pile électrique — avaient entièrement confirmé les opinions de GALVANI sur l'existence, dans le muscle vivant, de courants électriques « *motu proprio* », peut-on dire, c'est-à-dire de courants inhérents à sa vie même et indépendants de tout contact métallique ou analogue que VOLTA leur attribuait toujours pour cause. Car VOLTA — en ne voulant retenir de la fameuse observation de GALVANI (contraction provoquée par l'attache « cuivre-fer » de la patte de grenouille dans l'expérience du balcon, 20 septembre 1786) — dont il devait au surplus tirer si heureusement sa « pile », en 1799 — VOLTA, donc, n'aperçut qu'un des côtés du phénomène, à savoir : la formation, dans ces conditions, d'une électricité d'origine extérieure. On se souvient en effet que la paire de pattes étant suspendue par ses attaches lombaires à un crochet de *cuivre* fixé sur une tige de *fer*, lorsqu'on fermait le circuit en contactant l'extrémité d'une patte à la tige de fer, alors le courant en puissance à la suspension « cuivre-fer » traversait à ce moment les pattes et les faisait contracter.

En vain, tout en reconnaissant bien dans le contact de deux métaux une production singulière d'électricité d'origine étrangère, GALVANI soutint-il qu'il n'en existait pas moins une autre modalité d'électricité dans les tissus vivants *et que celle-ci leur venait d'eux-mêmes*. Il éliminait en effet les objections de VOLTA, d'abord en écoulant le courant musculaire par un arc d'un seul métal, et puis même en supprimant dans la dite patte toute forme de contact métallique et en montrant que la contraction se produisait encore quand on amène tout simplement, et sans rien de plus, le bout du nerf dénudé sur le muscle lui-même, par exemple en repliant la cuisse dépouillée et en la mettant en contact avec les nerfs lombaires. Il en conclut qu'il devait y avoir dans le muscle au repos un courant en puissance et *produit par le muscle*

---

(4) GUILLAUME DUCHENNE DE BOULOGNE (1806-1875), très grand médecin français, initiateur de l'électricité médicale scientifiquement conduite, tant du point de vue diagnostic que du point de vue thérapeutique.

(5 et 6) Les deux grands savants italiens : GALVANI (1737-1798), et VOLTA (1745-1827), pères de l'*électricité de courant*, et leurs si féconds discussions, sont trop connus pour que nous ayons besoin d'en retracer l'histoire. Au surplus, pour s'en remémorer les détails, se reporter aux Grands Dictionnaires Encyclopédiques.

lui-même, courant qui, dans la présente expérience, s'écoulait dans le nerf amené au contact du muscle et par le nerf revenait exciter le muscle et le mettre alors en contraction.

A tout cela, VOLTA répondait en analoguant ces conditions nouvelles à des contacts de nature différente produisant une électricité de cause exogène, et ne voulait pas admettre que la vie intime du muscle lui-même pût engendrer des courants.

Pourtant, ces courants incessamment circulants à travers le muscle vivant et produits par sa nutrition même — courants au surplus différents dans le muscle au repos et dans le muscle contracté — allaient être, par la suite, confirmés de mille façons par les expérimentateurs susnommés : NOBILI, MATTEUCCI, DU BOIS-REYMOND, etc...

MATTEUCCI, au Chapitre X de la première partie de son « Traité des Phénomènes électro-physiologiques des animaux », écrit :

« Je pose sur un plan isolé, en toile cirée ou vernie, une grenouille préparée à la manière ordinaire (fig. 38, a, c) ; ensuite je prépare une autre grenouille (b, d) de manière à n'avoir qu'une jambe avec le filet (b) du faisceau nerveux qui vient de la moëlle aux muscles de la jambe (1). Il faut avoir soin, pour ne pas être induit en erreur, d'enlever tous les muscles de la cuisse, et que le filament nerveux soit bien proprement découvert. Alors, je pose ce filament (b) sur les cuisses de la première grenouille, de manière que la jambe à laquelle tient le filament nerveux ne touche pas les cuisses et que ce filament ne soit pas tendu. J'attends que les mouvements convulsifs qui apparaissent par l'effet de la préparation rapide de la grenouille aient cessé... Qu'on touche alors avec un couple voltaïque les nerfs lombaires de la grenouille (sur la variante ici figurée : le nerf crural, a) : à l'instant, les muscles des cuisses se contractent ; *dans le même temps, on voit se contracter la jambe dont le nerf est couché sur les muscles des cuisses en contraction.* Cette expérience si simple a été variée et répétée avec toutes les précautions possibles, et toujours avec un résultat semblable... Au lieu d'employer le couple voltaïque, j'ai excité les nerfs lombaires avec une pince ou un corps quelconque, et, pourvu que la contraction soit assez forte dans la première grenouille, on voit également se contracter la jambe qui la touche avec son nerf... Cette expérience a été répétée en posant le nerf, préparé comme je l'ai décrit, sur les muscles de la cuisse d'un lapin vivant. Il faut avoir soin d'enlever la membrane aponévrotique très épaisse qui couvre les muscles. Je fais contracter la

(1) La figure que nous donnons ci-contre n'est qu'une des variantes de l'expérience décrite, variante encore plus confirmative puisqu'on y a même ajouté une troisième patte (c, h) qui va réagir de la même façon.

cuisse du lapin avec un courant d'une pile de six à huit couples, et la contraction se produit dans la jambe de la grenouille qui touche le lapin avec son nerf, etc., etc...

Ainsi donc, le changement d'état provoqué d'un muscle accuse l'écoulement d'un courant décelé par la « patte galvanoscopique » dont le nerf touche le dit muscle se contractant. Par bien d'autres expériences déjà, MATTEUCCI avait réussi à mettre en évidence les courants qui circulent à travers le muscle vivant, même *quand il est au repos*. Et DU BOIS-REYMOND, reprenant et poursuivant ces expériences, était arrivé à cette curieuse loi : que, *du muscle*

Fig. 38. — Une des expériences par lesquelles MATTEUCCI démontrait le courant électrique qui se dégage d'un muscle *en contraction* et va alors de sa surface à sa profondeur. D'autres expériences décrites par le même auteur en son curieux livre avaient aussi montré les muscles *au repos* être parcourus par d'autres courants allant cette fois de leur profondeur à leur surface.

au repos, il sort des courants qui ont leur potentiel positif de plus en plus élevé à mesure qu'on se rapproche du maximum d'épaisseur du fuseau musculaire, et, au contraire, leur potentiel négatif aux extrémités tendineuses, allant donc de la profondeur du muscle à sa surface, tandis que, *dans le muscle en contraction*, il se ferait un courant de sens inverse, de sa surface vers sa profondeur, c'est-à-dire que le tendon devient le positif et le fuseau charnu musculaire le négatif, ce dernier phénomène appelé par DU BOIS-REYMOND : *oscillation négative* (fig. 39). En effet, les explorations galvanométriques semblaient montrer, par des déviations

inverses de l'aiguille dans ces deux cas, l'existence de ces deux sortes de courant.

Pour bien faire comprendre cela, faisons, par la figure ci-contre (fig. 39), anticipation d'une expérience ultérieurement réalisée par M. D'ARSONVAL avec son *galvanomètre extra-sensible* : les deux muscles M et M', tous les deux représentés sur la figure à l'état de repos, sont rattachés entre eux et aux deux supports par des fils, suivant la disposition exprimée par T et T' = tendons, S et S' = ventres musculaires. Dans cet état de repos, ils sont parcourus par deux courants semblables exprimés par la même légère déviation des aiguilles galvanométriques G et G' (oscillation positive). Si l'on fait, par une excitation de son nerf, M se contracter tirant alors sur M', alors on voit le courant

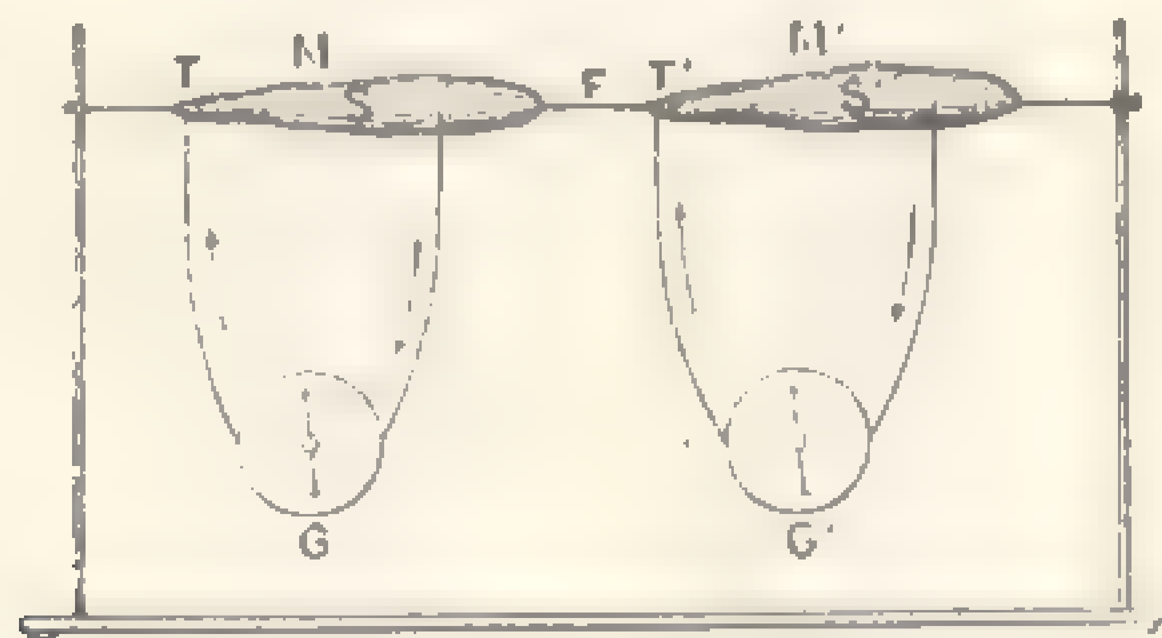


Fig. 39. — Dispositif (au repos) d'une expérience ultérieurement réalisée par M. D'ARSONVAL avec ses galvanomètres extra-sensibles et qui montrera — lorsqu'on fera contracter le muscle M étirant alors le muscle M' — une déviation galvanométrique négative par le muscle M contracté et une déviation inverse par le muscle M' étiré.

de repos de M' s'accentuer dans le sens de S' à T', cependant que, du côté du muscle en contraction M, l'aiguille galvanométrique G redescend vers le o, accusant un courant inverse de T à S (oscillation négative).

Or cela *qui est si important, puisque, comme nous le verrons plus loin, son enregistrement, dans le « muscle-cœur », par nos procédés extrêmement sensibles d'aujourd'hui, est la base même du merveilleux procédé de visualisation de la contraction cardiaque à toutes ses phases, dit : « électro-cardiographie »* (fig. 47, 48), cela donc : cette opposition de deux courants musculaires — celui de « repos » et celui de « contraction » — demeura longtemps contesté de ceux à qui les procédés galvanométriques du temps (avant le galvanomètre de D'ARSONVAL) n'apportaient pas une preuve suffisamment nette de ces inversions de courants.

Mais, en attendant la construction trois ans plus tard (1880) de son merveilleux instrument, l'ingéniosité de son esprit a tout de même trouvé moyen de réaliser un « révélateur de courant », un « galvanoscope » comme on dit, infiniment plus sensible que la patte de grenouille et d'affirmer la réalité des deux courants intra-musculaires, et c'est du téléphone électrique que GRAHAM BELL venait d'inventer (1) qu'il a tiré ce moyen.

A titre de memorandum, rappelons que le téléphone primitif de GRAHAM BELL était simplement composé de deux ensembles bobinaires semblables à la partie S N de la fig. 40, bobines formant l'une transmetteur, l'autre récepteur, et où un courant continu de pile était modulé, au transmetteur, par des déplacements de la membrane vibrante devant laquelle on parlait. Ces modulations modifiaient alors, au récepteur, l'aimantation de la tige de fer doux centrale et donc attiraient plus ou moins la membrane de l'écouteur. Cet appareillage primitif se trouva presque aussitôt perfectionné par l'introduction, comme transmetteur, du « microphone à crayons de charbon » (fig. 40) de HUGHES, devant lequel on parle et qui augmente considérablement les effets magnétiques par les variations de contact des charbons ébranlés.

Par la suite, le poste transmetteur et le poste écouteur se trouvèrent construits de pareille façon avec chacun leur microphone amplificateur dans le parleur et dans l'écouteur, ainsi que nous en usons actuellement dans nos « téléphones à grenaille ».

Donc, vers la fin de l'année 1877 (2), M. D'ARSONVAL se dit que s'il existe bien effectivement un courant continu émergeant de la nutrition d'un muscle au repos, ce courant il n'y a pour le révéler *qu'à le dériver* à travers un récepteur téléphonique (fig. 41). Mais puisqu'il est supposé « continuellement uniforme », on ne pourra cependant ainsi — s'il existe — le déceler sans un artifice, étant donné que la membrane du récepteur téléphonique ne peut vibrer que sous l'effet de variations, de modulations, dans l'intensité du continu. Et alors M. D'ARSONVAL se dit qu'en intercalant un diapason en vibration dont l'une des branches va faire

(1) Le brevet de l'Américain GRAHAM BELL est du 14 février 1876. Mais rappelons que 22 ans plus tôt, en 1854, un simple commis des P. T. T. en France, CHARLES BOURSEUL avait, dans une note publiée par l'*Illustration*, énoncé le principe de cet appareil téléphonique. En 1877, l'Anglais HUGHES perfectionna considérablement le téléphone de BELL par l'adjonction du microphone.

(2) Communiqué à la Société de Biologie, 2 mars 1878, et à l'Académie des Sciences, 1er avril 1878. Voir aussi notice des Titres et Travaux de 1888, p. 44.

alternativement rupteur et rétablisseur sur le fil du circuit « muscle-téléphone », s'il existe bien effectivement dans ce circuit un courant la plaque téléphonique devra vibrer à l'unisson de ces variations. Il est bien évident que si, dans le circuit, il n'existe pas de courant venant du muscle, rien ne pourra porter à la plaque les interruptions et contacts de la branche du diapason. En un mot, le résultat de l'expérience va juger de la réalité ou de la non-existence de courants dans le muscle au repos.

Or, la plaque vibre et le jeune préparateur du Collège de France

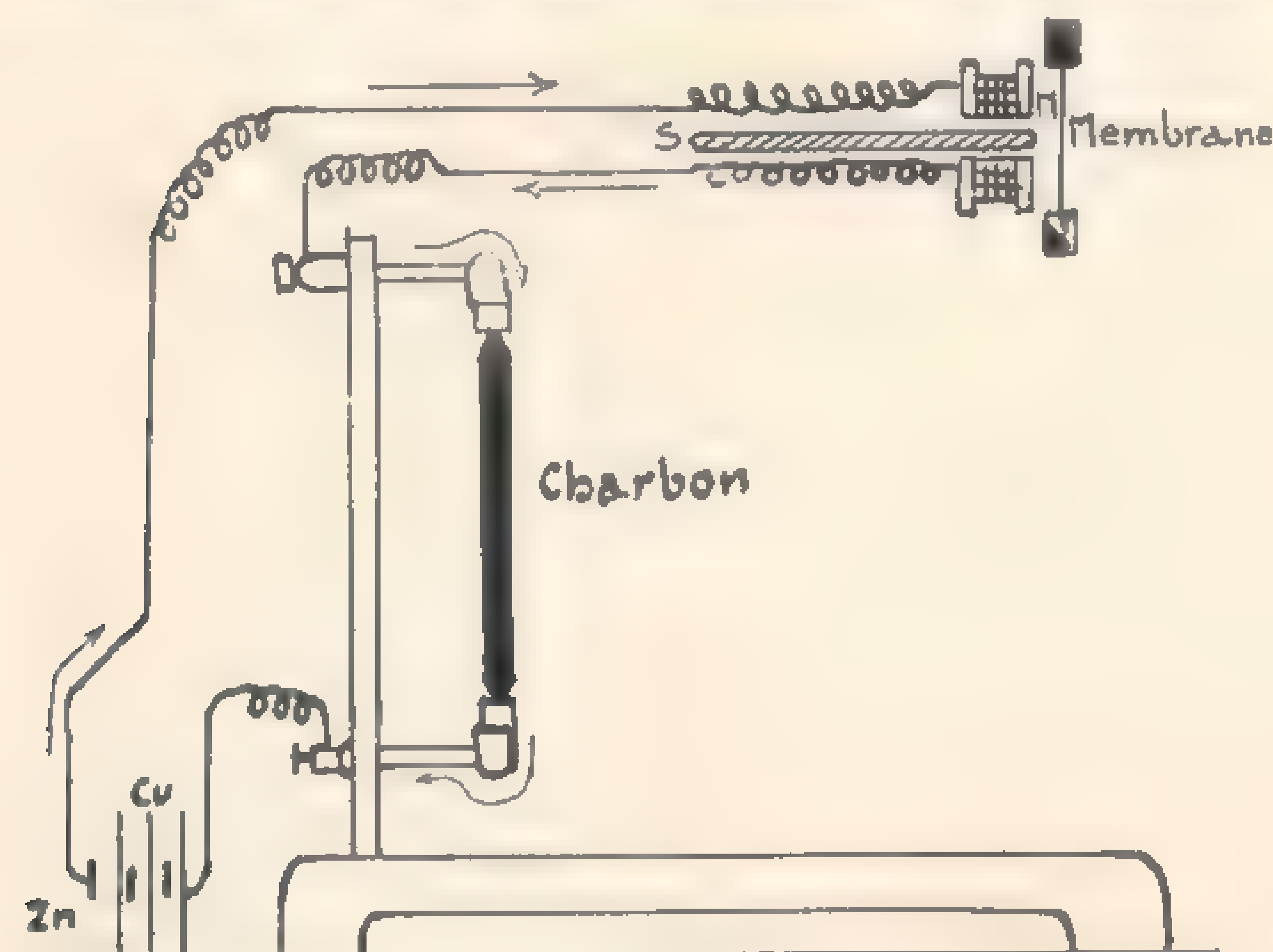


Fig. 40. — La double pièce-type du téléphone primitif de BELL, « transmetteur » et « récepteur » à bobines engainant une pièce de fer doux dont l'aimantation est continuellement modifiée par les déplacements de la membrane vibrante, est ici déjà modifiée par le microphone à charbon renforçant les effets de la parole sur la modulation du courant de pile.

peut montrer que son « galvanoscope-téléphonique » est deux cents fois plus sensible que la « patte galvanoscopique » jusqu'alors employée pour déceler des courants de faible intensité. Aussi voit-on tout de suite son invention passer dans les laboratoires de recherches et intéresser au plus haut point les expérimentateurs. « Mes expériences — trouve-t-on écrit dans l'exposé des Titres et Travaux scientifiques de l'inventeur — furent répétées par divers savants, et notamment par M. DE TARCHANNOFF, à Saint-Pétersbourg, avec un plein succès, en suivant mes indications.

Ultérieurement, M. MAREY fit usage de ma méthode pour l'étude de la décharge des poissons électriques et arriva facilement à prouver sa discontinuité. M. ROBIN employa également le téléphone pour l'étude de l'organe électrique rudimentaire de certains poissons. »

Bientôt d'ailleurs, une autre invention, que nous avons déjà annoncée : le « galvanomètre apériodique » (1880-1881) va de nouveau signaler à tous les Savants des Laboratoires et de l'Industrie le jeune ingénieur, physiologiste et médecin. Nous en devons placer ici l'étude, puisqu'elle va lui permettre de définir *et mesurer exactement* les deux courants inverses dégagés aux deux états contraires du muscle, mesures que ne permettaient évidemment pas ni la patte ni le téléphone galvanoscopique.

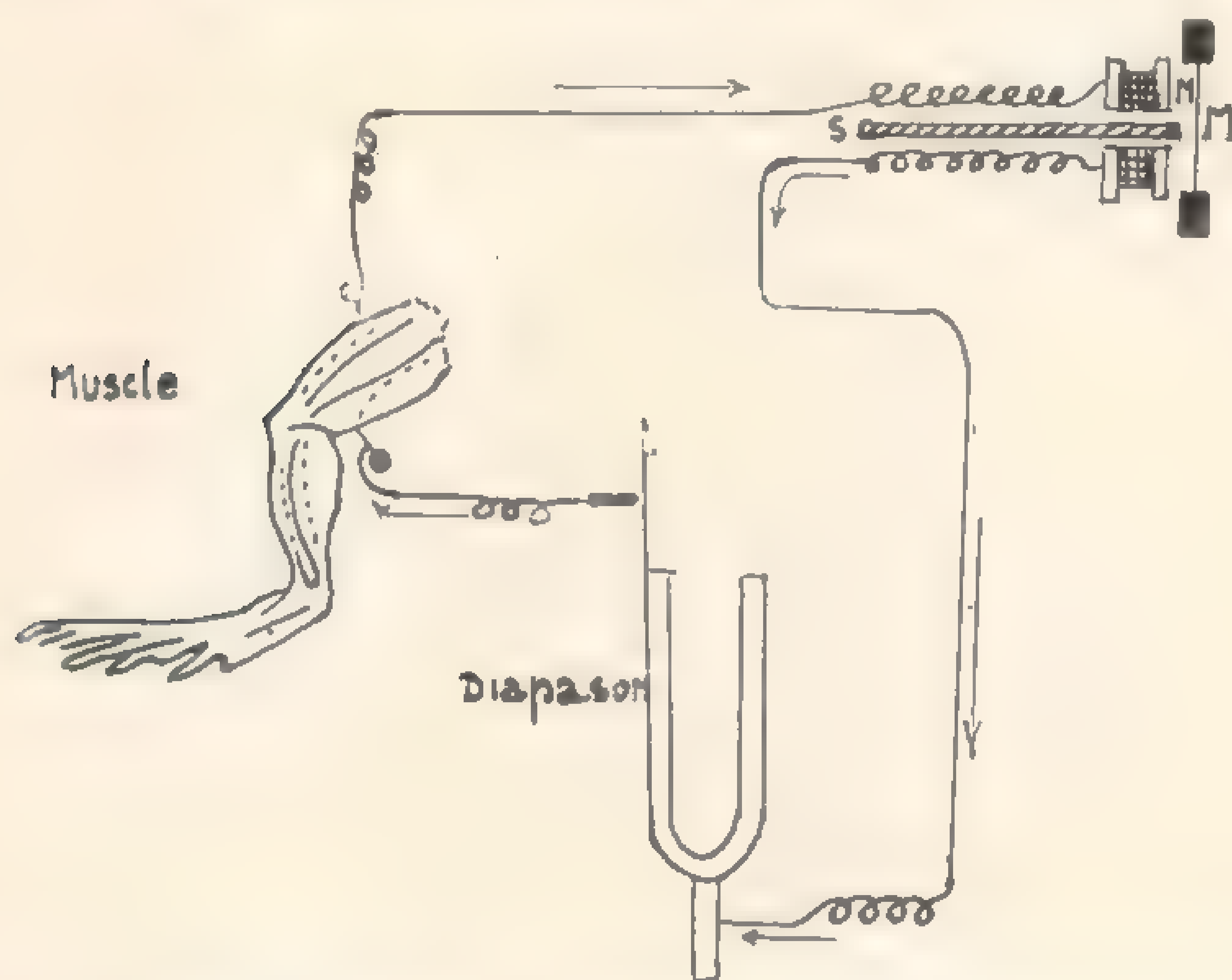


Fig. 41. — Intercalation par M. D'ARSONVAL dans un circuit téléphonique BELL du courant musculaire *supposé*, avec coupures au diapason de ce courant, *s'il existe*. S'il n'existe pas, il n'y aura, bien entendu, aucun ébranlement magnétique de la *membrane M* (voir contexte).

Voici comment l'auteur a résumé la question en différentes notes de l'époque.

Parlant des galvanomètres en général, il s'exprime ainsi :

« Ces instruments sont de deux sortes :

1° Les galvanomètres à aimant mobile.

2° Les galvanomètres à circuit mobile.

C'est en 1880 que j'ai introduit, en électrométrie, les galvanomètres *à circuit mobile* (fig. 43, 44). Ces appareils ont 3 avantages bien précieux : 1° Ils sont absolument apériodiques. 2° La partie mobile n'étant pas magnétique, ils sont soustraits à l'influence du magnétisme terrestre ou des aimants voisins, ce qui les rend précieux pour prendre des mesures dans les usines électriques. 3° Le couple moteur peut être rendu très grand, puisque toutes choses égales d'ailleurs, il

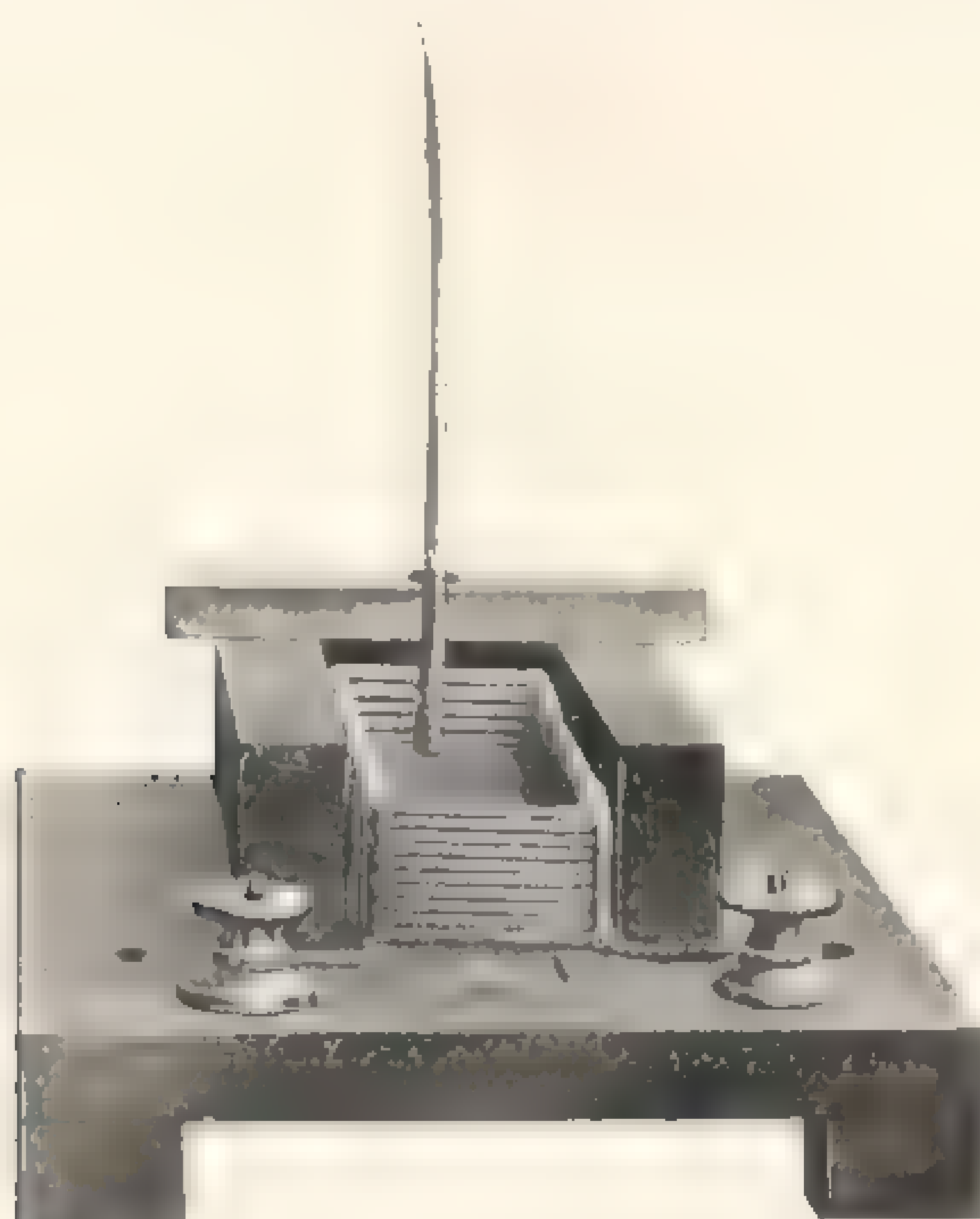


Fig. 42. – Le galvanomètre primitif de DEPREZ, dit « galvanomètre à arête de poisson » et où, dans l'intérieur d'un bobinage fixe cerclé d'un puissant aimant, oscillait sur un axe, au passage du courant, une lame de fer taillée de chaque côté en dents de scie et porteuse au bout d'une aiguille indiquant la déviation.

est proportionnel au produit de l'intensité du courant à mesurer par l'intensité du champ magnétique. Or, on peut rendre ce champ magnétique aussi puissant qu'on le désire.

Mon premier galvanomètre à circuit mobile, construit par M. CARPENTIER, m'avait été inspiré par le galvanomètre de M. MARCEL DEPREZ, connu sous le nom de *galvanomètre à arête de poisson* (fig. 42). Dans cet appareil, une aiguille en fer doux (mobile), placée dans un cadre galvanométrique (fixe), est fortement polarisée par un aimant en fer à cheval (également fixe) qui embrasse le circuit. Cet appareil est à indications rapides, mais, étant fortement dirigé, il est peu sensible. En un mot, *il n'est pas astatique.*

Voici comment M. MARCEL DEPREZ expose dans *La Lumière Electrique* (numéro du 7 septembre 1881), l'importante modification que j'ai fait subir à son appareil :

« Lorsqu'on veut une très grande sensibilité, il faut nécessairement se rapprocher beaucoup de l'astaticité, c'est-à-dire rendre la force directrice très faible, tout en conservant à l'aiguille aimantée (dite arête de poisson) l'aimantation la plus énergique possible.

» Pour satisfaire à ces deux conditions, qui, au premier abord, paraissent inconciliables, M. D'ARSONVAL a eu l'heureuse idée d'apporter à mon galvanomètre une modification qui n'en change pas le nombre des organes, mais qui permet de rendre la forme antagoniste aussi faible qu'on veut, tout en augmentant l'action mécanique du courant sur l'aiguille. M. D'ARSONVAL a été conduit à cette disposition en remarquant que cette action mécanique est accompagnée d'une réaction égale et contraire de l'aiguille sur le courant, et que, par conséquent, si l'on fixe l'aiguille et que l'on rende le courant mobile, on n'altère pas le moment de l'effort exercé par le cadre galvanométrique sur l'aiguille, tandis que l'effet antagoniste est annulé. Il est même facile de voir que la force, qui tend à faire mouvoir le cadre, est plus grande que celle qui est exercée par le cadre sur l'aiguille, parce que le cadre est, en outre, sollicité à se mouvoir dans la même direction par l'aimant permanent dans lequel il est enfermé. »

Et dans la Notice de ses Titres et Travaux (1888) (page 29), M. D'ARSONVAL ajoutait :

La mobilité du courant : toute l'invention est là, comme le dit M. DEPREZ. L'instrument modifié se composait dont (fig. 43) :

1° D'un aimant permanent A A ;

2° D'un tube de fer doux B, occupant presque toute la longueur de l'aimant ;

3° D'un cadre C D E C, mobile en E et J autour de deux couteaux, dont les arêtes coïncident avec l'axe du tube et sont supportées par le pilier G. Ce cadre reçoit le courant par deux fils I, I, dont les extrémités coïncident aussi avec l'axe du tube (de façon à rester immobiles quand le cadre tourne) et trempent dans les godets H contenant du mercure ;

4° Une aiguille F F légère (fixée au cadre mobile) se mouvait devant un cadran divisé. On obtient la force antagoniste comme dans une balance, en abaissant plus ou moins le centre de gravité. Le cadre se fait à fil gros ou à fil fin, suivant les besoins.

Dans le modèle représenté figure 44, le galvanomètre a été disposé verticalement. Les couteaux et les godets à mercure sont supprimés. Le cadre galvanométrique mobile C C' est suspendu dans l'intervalle laissé par l'aimant A A'' et le tube de fer doux B, au moyen de deux fils fins en argent, l'un supérieur J H, l'autre inférieur C E, les deux fils, fortement tendus, remplissent une triple fonction :

1° Ils servent d'axe de rotation au cadre ;

2° Ils lui amènent le courant à mesurer ;

3° Leur tension développe un couple résistant qui sert de mesure à l'intensité du courant.

Le cadre porte un miroir argenté qui permet de faire la lecture des déviations optiquement avec une très grande précision. Cet instrument, absolument apériodique et très sensible, est universellement adopté aujourd'hui, par les électriciens, dans les mesures industrielles, pour ces raisons, et aussi parce qu'il n'est pas influencé par le voisinage des plus puissantes machines dynamos.

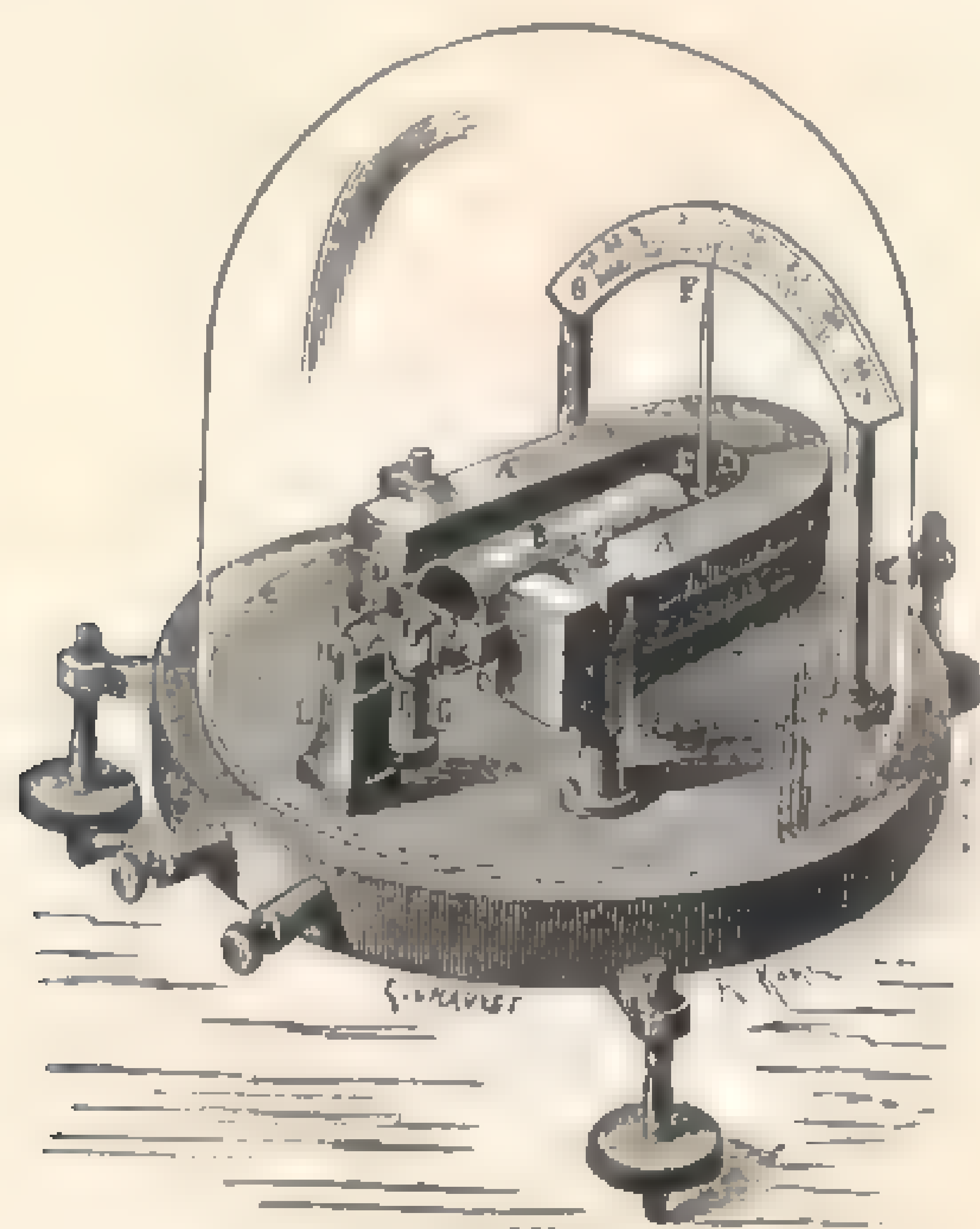


Fig. 43. — Le premier modèle (horizontal) du galvanomètre DEPREZ-D'ARSONVAL, après les modifications radicales que ce dernier a apportées au DEPREZ à circuit fixe. Entre les branches d'un aimant et tout autour de la pièce de fer doux (cylindrique) rendue cette fois fixe, peut osciller le fin bobinage conducteur de courant, *bobinage ici donc rendu mobile* et simplement suspendu par un fil de torsion extrêmement fin.

Donc, au-dessus des ampèremètres et des voltmètres industriels « à fer mobile » pour les gros usages courants, les Laboratoires et l'Industrie étaient désormais outillés, pour l'étude de toutes les variations de courant (aussi bien en alternatif qu'en continu), d'un remarquable instrument de précision, d'une sensibilité extrême, en raison de sa très faible inertie. Et maintenant encore, le « DEPREZ-D'ARSONVAL » ou — comme on tend à dire aujourd'hui, tant le principe nouveau posé était original et personnel,

— le « D'ARSONVAL » tout court, garde sa place de premier plan dans les explorations électriques délicates. Faisons d'ailleurs remarquer que les appareils exigeant actuellement le plus de sensibilité, tels que les électrocardiographes, les oscillographes, etc..., sont dérivés du « galvanomètre à circuit mobile » de M. D'ARSONVAL. Et le cadeau qu'il apportait à l'électricité de son époque était

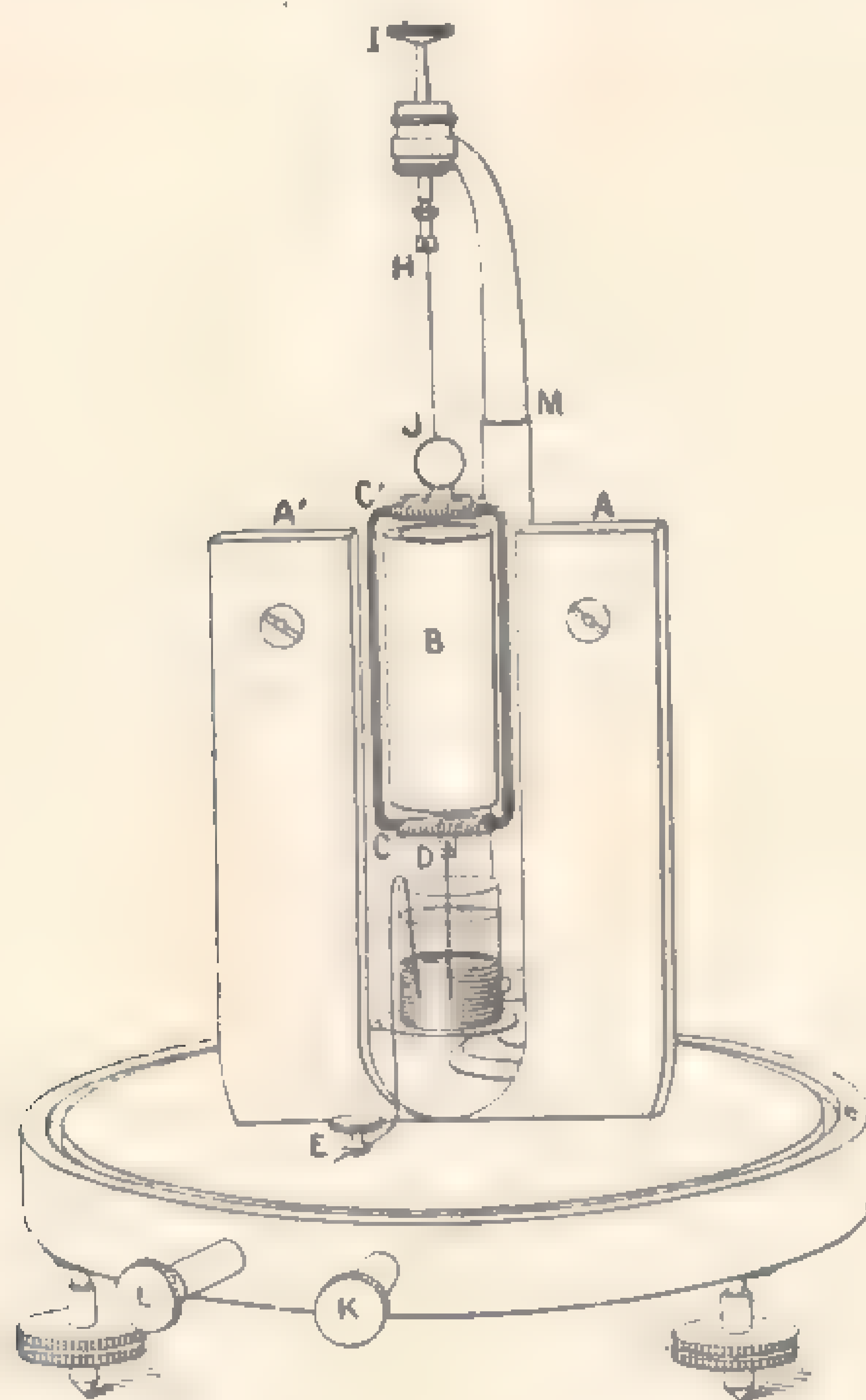


Fig. 44. — Le second modèle (vertical) du galvanomètre DEPREZ-D'ARSONVAL après les nouveaux perfectionnements encore ajoutés par ce dernier.

d'autant plus appréciable qu'il l'avait encore doté d'une méthode de lecture, extrêmement sensible elle aussi, en perfectionnant le procédé dit de POGGENDORF, mais demeuré avec certains défauts (procédé du rayon lumineux venu d'un miroir attaché à l'organe mobile et éclairant telle ou telle division d'une échelle micrométrique graduée).

L'habileté — aussi bien en optique qu'en électricité — du passionné physicien n'eut pas de peine à trouver remède aux imper-

fections demeurées. Sans entrer dans le détail de celles-ci, reproduisons la réalisation définitive de M. D'ARSONVAL (fig. 45) :

« Un prisme ou un miroir P éclaire vivement une échelle I divisée sur verre en vingtièmes de millimètres. Le miroir concave M du galvanomètre combiné avec la lentille O donne une image réelle de cette échelle ; on observe cette image aérienne à l'aide d'un microscope L qui en donne une image très agrandie en I'. L'image donnée par le miroir M devant supporter des grossissements de vingt à cent diamètres, j'ai dû donner à ce miroir une forme spéciale : ...avec un grossissement de 20 diamètres, on apprécie avec la plus grande facilité une déviation de 1/400e de degré du cercle. »

D'autre part, il tire de son premier galvanomètre apériodique des variations et adaptations à différentes recherches : un galvanomètre apériodique à sensibilité renforcée ; un thermogalvanomètre, etc., etc... Nous ne pouvons en suivre ici tous les développements. Il nous aura suffi d'en rappeler le principe et la date pour montrer qu'en 1881, M. D'ARSONVAL avait déjà singulièrement servi la cause de l'électricité par ses inventions instrumentales. Au surplus, il en ajoutait bien d'autres que nous retrouverons plus loin, à l'occasion des relations de M. D'ARSONVAL avec l'Industrie.

Mais auparavant, et maintenant qu'outillés du « galvanomètre apériodique », revenons pour l'achever à cette question des courants inverses engendrés dans le muscle au travail et au repos et que ce galvanomètre lui a permis de définitivement démontrer et mesurer.

Tout d'abord, et pour être d'actualité, soulignons une application relativement récente et capitale de ces notions et du « galvanomètre à circuit mobile » à l'enregistrement photographique des variations électriques du cœur en mouvement, application que précédemment nous avions simplement indiquée.

Comme nous allons le dire ci-dessous, les variations du potentiel électrique, entre les points du cœur qui sont momentanément en contraction (potentiel électro-négatif) et les parties qui sont alors au repos (potentiel électro-positif), sont d'un ordre infiniment petit et les intensités des courants produits par ces différences de potentiel extrêmement faibles. Il s'agit pourtant de les canaliser en des fils les cueillant à la surface du corps. Pour cela on enserre : bras droit, bras gauche, jambe gauche du patient d'électrodes mouillées et moulées sur une étendue suffisante

de chacun de ces segments et, par exemple, on dérive, dans une première détermination, les courants nés du cœur et suivant l'arc du bras droit au bras gauche, dans les fils revenant à l'extérieur du bras gauche au bras droit, en les faisant passer par

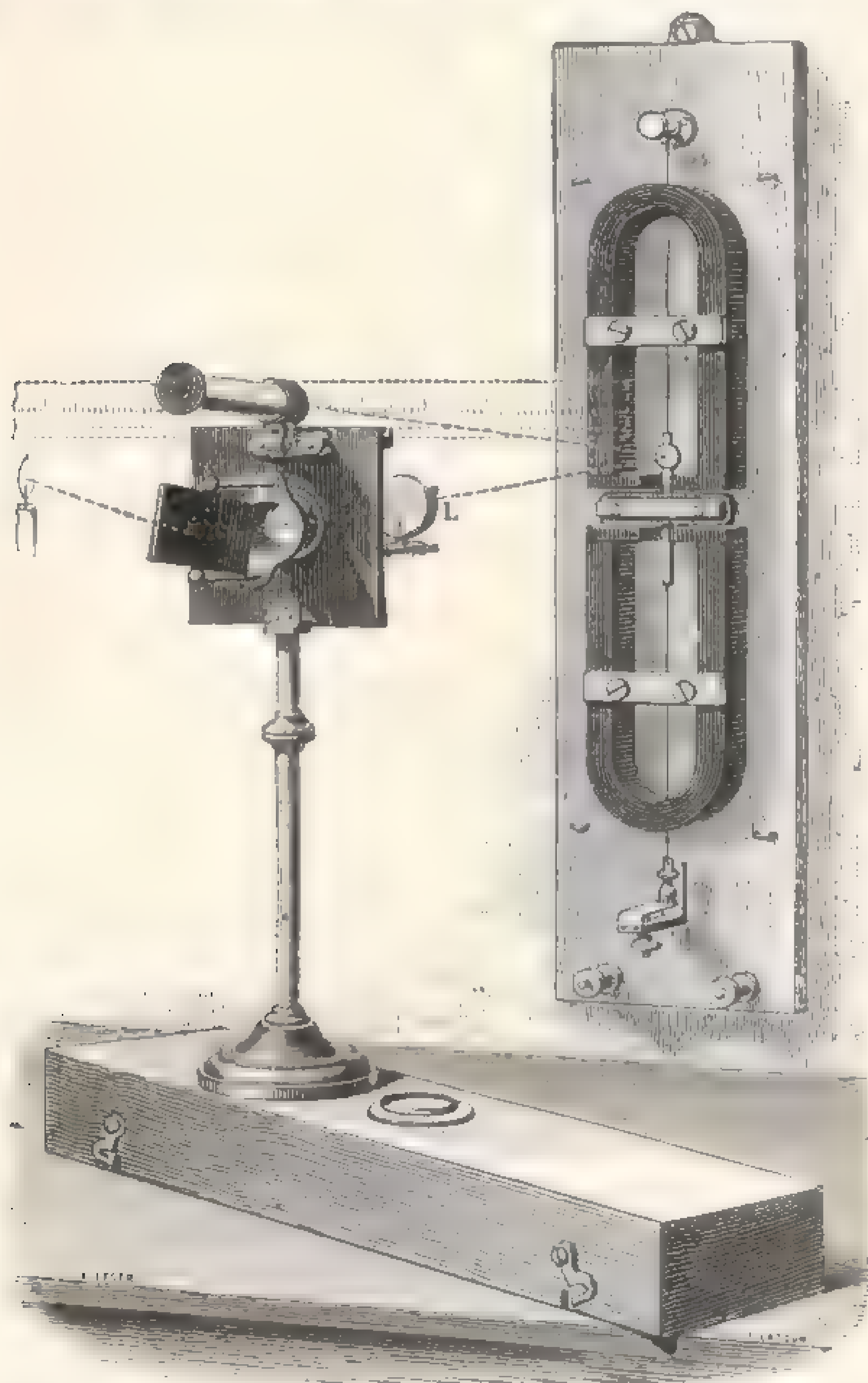


Fig. 45. — Dispositif optique perfectionné par M. d'Arsonval pour la lecture de l'angle de déviation du pinceau lumineux renvoyé par le miroir.

un galvanomètre extra-sensible dont les oscillations donneront toutes les nuances des variations desdits courants. Dans une autre expérience on prendra les courants sur l'arc allant du bras droit à la jambe gauche (dérivation 2 ou, comme on dit D 2) et, dans une autre expérience encore, de la jambe gauche au

bras gauche (D 3) — ce qui donne, dans chaque cas, un type normal électif auquel on peut comparer les enregistrements anormaux trouvés de mêmes manières sur les malades qu'on examine. Ces dérivations diverses permettent des contrôles et recoupes de l'une par l'autre, du fait des points du cœur plus particulièrement approchés dans chaque cas.

Nous venons de dire qu'étant donné les faibles courants mis en jeu, il fallait des galvanomètres ultra-sensibles. Dans son Précis de Physique Médicale, le Professeur ANDRÉ STROHL écrit (1) :

« Les différences de potentiel qui apparaissent au cours de la révolution cardiaque sont très petites, de 1/10° à 2 ou 3 millivolts. De plus, elles varient assez rapidement. Les galvanomètres utilisés pour déceler de telles modifications dans l'état électrique des tissus doivent donc

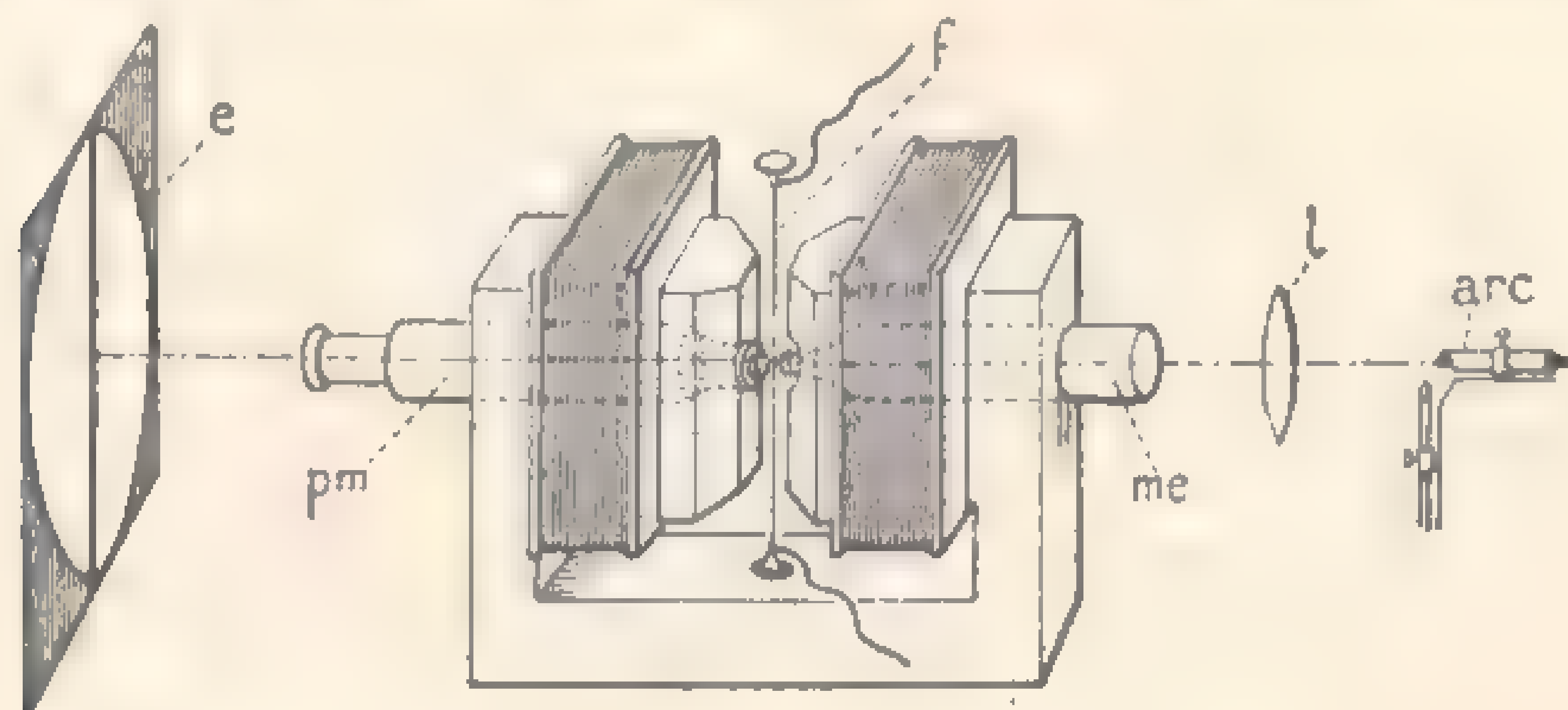


Fig. 46. — Galvanomètre à corde, principe de l'enregistreur des courants électriques cardiaques dit : électro-cardiographe (voir contexte).

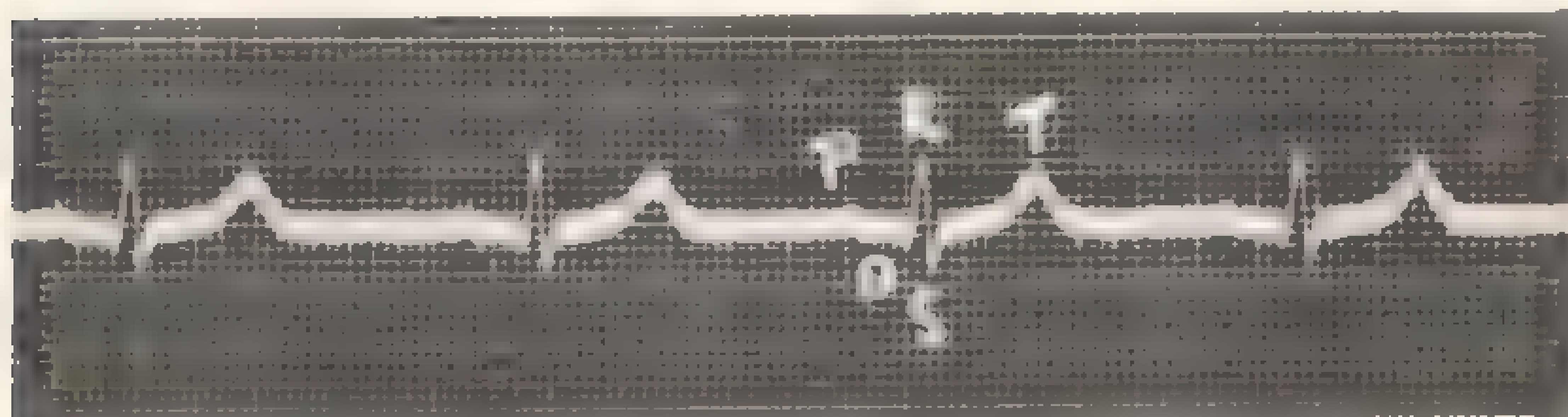
avoir une grande sensibilité et une inertie aussi faible que possible. Aussi les galvanomètres *ordinaires* à cadre mobile ne peuvent-ils être employés pour cet usage, car ils ne suivent pas de si brusques variations d'intensité. »

Mais imaginons qu'on ait réduit au minimum le cadre mobile en le ramenant par exemple à deux fils (ou même à un) susceptibles, en se distordant sous l'effet du passage du courant dans le champ magnétique de l'électro-aimant, d'entraîner un minuscule miroir jouant devant une fente étroite ou devant un repaire plein solidaire du dit miroir, et donc de profiler ainsi, en lumière ou ombre, ces oscillations sur un papier sensible se déroulant à un rythme réglé, au fond d'une chambre noire, — et vous aurez, par

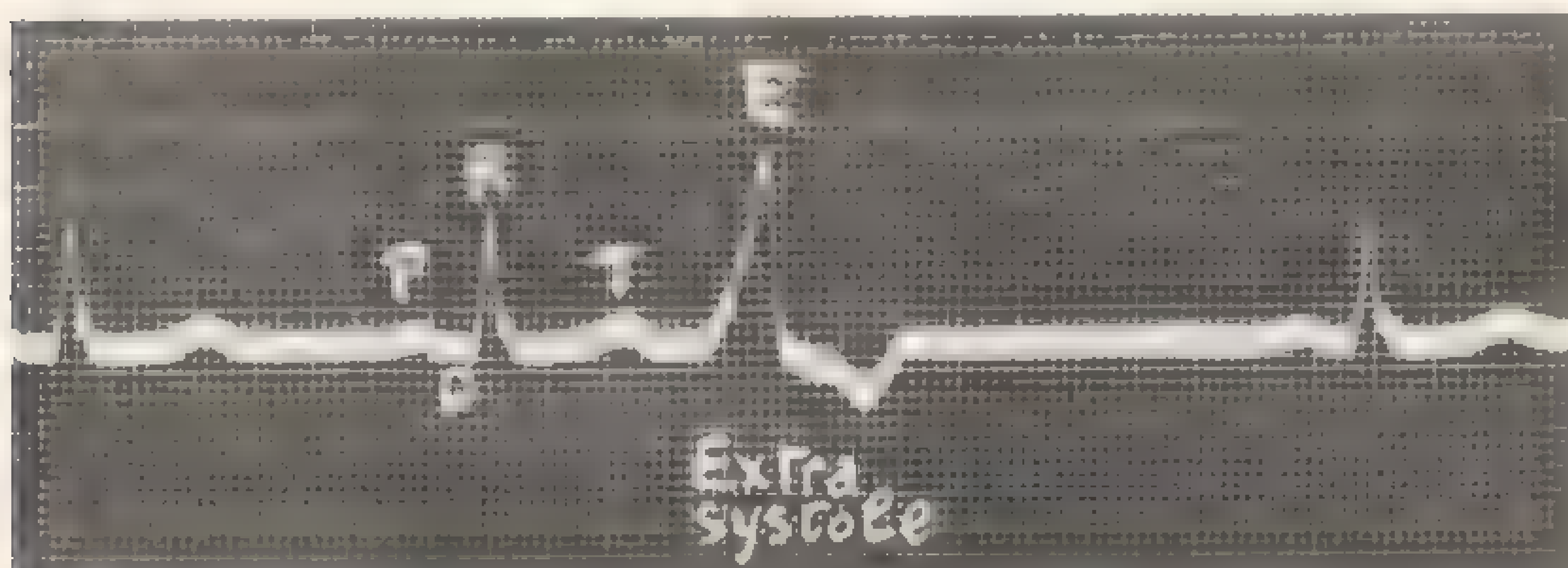
(1) A. Strohl, Précis de Physique médicale. Masson, éditeur.

extension du galvanomètre de M. D'ARSONVAL, réalisé un « enregistreur sur papier » de toutes les oscillations galvanométriques engendrées par les courants cardiaques.

Le galvanomètre « à corde » de EINTHOVEN, base première des électro-cardiographes, n'est, au fond, qu'une réduction encore, au minimum d'inertie, du dispositif que nous venons de dire.



Electrocardiogramme normal : P = contraction des oreillettes Q. R. S. T. = contraction des ventricules



Après un P. Q. R. S. T. normal, production d'une extrasystole ventriculaire E. avec, à la suite, long repos compensateur.

Fig. 47-48. — Deux tracés comparatifs des potentiels électriques du cœur en contraction ; le premier, obtenu sur un cœur normal ; le second, dans les mêmes conditions de dérivation, sur un cœur qui accuse un « déraillement » passager connu sous le nom d' « *extrasystole ventriculaire* ».

« Il se compose, écrit le Professeur STROHL, d'un électro-aimant très puissant (fig. 46) entre les pôles duquel se trouve tendue une *corde en quartz argenté de 2 à 4* μ de diamètre. On fait passer dans cette corde les courants d'origine cardiaque, ce qui entraîne sa déviation, conformément aux lois de l'électro-magnétisme, dans une direction perpendiculaire au champ magnétique. Ces déplacements sont enregistrés grâce à un système optique placé dans les pièces polaires de l'électro-aimant qui projettera l'image de la corde sur une bande de papier sensible en mouvement. »

Ajoutons que le dispositif de ce système optique ne laissant paraître sur le papier sensible qu'un point tout à fait limité de la corde, c'est la série additionnée des positions successives de ce point sur le papier en déroulement continu qui donne ces tracés dits : « électro-cardiogrammes », si précieux pour l'estimation de la valeur présente d'un myocarde. Voici reproduit ci-contre (fig. 47-48) un tracé normal pris en dérivation I comme on dit, et, en dessous, un tracé gravement pathologique, pris dans la même dérivation.

Normalement (fig. 47 en haut), et pour nous borner à une seule dérivation (D 1), le temps d'une révolution cardiaque est compris dans la suite des lettres P, Q, R, S, T où P exprime le phénomène électrique correspondant à la contraction des oreillettes et Q, R, S, T les variations électriques correspondant à l'évolution de la systole ventriculaire. Au bout de T on trouve un temps de repos neutre.

Sur la même figure (en bas), on remarquera que, tout de suite après la systole ventriculaire et sans phase de repos, apparaît une nouvelle grande systole (extra-systole, comme on dit) qui n'a pas d'onde P préalable, qui a un R très élevé, élargi et encoché, et un T inversé ou négatif. A la suite, long repos compensateur, comme après un long effort redoublé.

Ces deux images sont assez caractéristiques pour qu'on puisse, par elles, concevoir les innombrables nuances qui permettent, grâce à cette méthode, de juger les singularités pouvant survenir dans le rythme des oreillettes et ventricules, et nous n'avons pas à insister ici sur les arcanes de ce chapitre réservées aux médecins. Il nous aura suffi de marquer comment le *principe* du galvanomètre à circuit mobile de M. D'ARSONVAL se retrouve dans la construction de ces appareils et les applications (insoupçonnées à cette époque) que l'étude des courants musculaires devait un jour faire surgir.

Mais il y a mieux encore, comme suite éloignée au principe du « cadre mobile » sous l'influence d'un aimant fixe. Et c'est un instrument récent hyper-réagisssant, et qui, si différent qu'il en paraisse à première vue, s'apparente « encore et toujours » au galvanomètre astatique de D'ARSONVAL, dont nous venons de voir, avec la réalisation d'Einthoven, une première super-sensibilisation par une réduction déjà considérable des causes d'inertie. On comprendra pourtant que la suprême sensibilité serait obte-

me si l'on pouvait ne se servir que du courant d'électrons, sans fil conducteur introduisant son élément propre d'inertie, autrement dit si on pouvait « dématérialiser » le courant de son support ordinaire : le fil conducteur. Or, c'est ce qui devint possible du jour où, grâce au génie de JEAN PERRIN (1) il fut connu que le pinceau qui, dans un tube à vide, s'étend de la cathode à l'anode est fait d'un courant de purs électrons. Alors, la manipulation, en quelque sorte instantanée et sans inertie, de ce faisceau cathodique par un champ s'établissant dans son voisinage rendit possible la conception d'enregistrer, grâce à un singulier tour de main, des « oscillations » de courant aussi colossalement rapides que celles qu'on observe avec celui dit de Haute Fréquence — courant que nous verrons changer de sens, « osciller » des centaines de millions de fois par seconde. La loi de PERRIN connue, pour avoir un « oscillographe » d'une sensibilité infinie il n'y avait plus qu'à faire subir au pinceau cathodique toute infiniment minime variation de champ, assuré qu'il l'accuserait sans inertie avec le maximum de rapidité et de sensibilité. Et c'est que les « oscillographes cathodiques », comme on les nomme, ont réalisé. La figure ci-contre (fig. 49), que nous allons rapidement expliquer et qui est celle de l'oscillographe du professeur DUFOUR, permettra de se rendre compte du principe de ces appareils et de voir comment c'est, en somme, ainsi que nous venons de le dire, — et en laissant bien entendu à l'inventeur l'immense et entier mérite de sa découverte — un galvanomètre à cadre mobile *dématérialisé*. Nous en emprunterons la description sommaire, de même que la figure, à l'ouvrage des professeurs BORDIER et KOFMAN :

« Quand la fréquence atteint plusieurs millions d'alternances par seconde — écrivent MM. BORDIER et KOFMAN — il faut recourir à la méthode graphique pour obtenir des résultats non erronés. Pour l'enregistrement des ondes, il est indispensable que le procédé d'inscription soit dénué de toute inertie. On utilise pour cela l'oscillographe de DUFOUR, qu'avaient précédé l'oscillographe de BLONDEL et le rhéographe D'ABRAHAM. Il permet d'enregistrer directement les phénomènes électriques dont la fréquence peut atteindre un milliard de périodes par seconde. Il repose sur la propriété qu'ont les rayons cathodiques d'être déviés *instantanément* par un champ magnétique.

» Le principe de cet oscillographe est le suivant (fig. 49) : dans une boîte A, où existe le vide, on crée un faisceau cathodique très étroit

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1895.

E. F. G., qui servira d'indicateur sensible ; ce pinceau cathodique passe entre les extrémités de deux bobines X, jouant le rôle d'électro-aimant et que traverse le courant de haute fréquence à mesurer : le sens d'attraction et de répulsion du pinceau change autant de fois que le courant d'alternance. Les électrons ne possédant qu'une masse électro-magnétique sont très exactement déviés par les variations de sens du champ magnétique. Une pellicule photographique G est placée dans le vide et celle-ci reçoit directement les rayons cathodiques qui impressionnent la couche sensible au point rencontré. »

Cette pellicule a été nécessairement conçue comme devant être immobile, car, pour suivre les oscillations cathodiques de Haute Fréquence, à la vitesse suffisante pour que leur enregistrement sur la pellicule en mouvement se fît au rythme même de ces oscillations, il faudrait imaginer que la pellicule fût entraînée à une vitesse de déplacement inimaginable et que ne réaliserait même pas la vitesse d'un obus qui l'entraînerait ! Devant donc promener les oscillations du faisceau sur une surface pelliculaire immobile, il est bien évident que dans ces conditions, si l'on ne recourait pas à un artifice, la danse du faisceau cathodique — balayant d'allers et retours infiniment rapides la pellicule photographique immobile devant lui — se traduirait par une simple ligne d'impression où rien ne serait visible des alternances en fonction du temps. Alors on a recours à une bobine auxiliaire Z qui, pendant que la première bobine X déplace le faisceau de droite à gauche puis de gauche à droite etc..., elle, le déplace de haut en bas, si bien que cette double translation s'exprime par une courbe résultante et que sur la pellicule on a, au développement, une figure comme celle-ci où l'on voit apparaître en noir sur fond clair les régions touchées par le faisceau oscillant (fig. 50). C'est comme d'un crayon qu'une main d'enfant balancerait de gauche à droite, cependant qu'en même temps on ferait par une forte pression descendre cette main sur la feuille de papier.

« Ici, reprennent MM. BORDIER et KOFMAN, la durée totale du parcours de la tache cathodique sur la pellicule est de l'ordre de quelques millièmes de seconde au maximum... Pour l'enregistrement et la mesure du temps, un faisceau lumineux R. S. est réfléchi totalement en T et vient impressionner la pellicule sensible en U : ce faisceau est périodiquement coupé par un diapason étalonné. »

Telle est la description sommaire d'un oscillographe cathodique où l'on voit, comme nous l'avons dit, le cadre mobile du

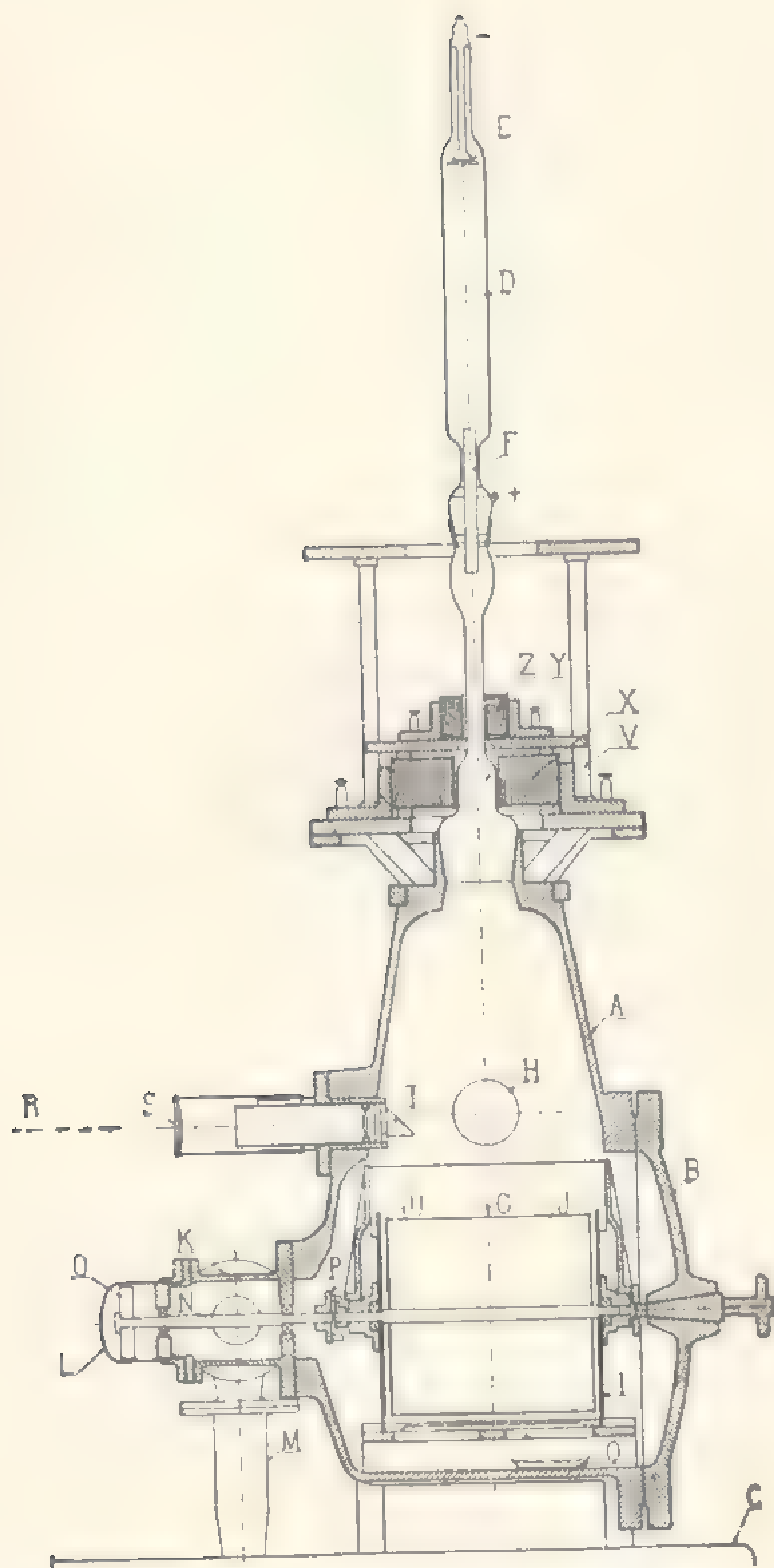


Fig. 49. — Oscillographe cathodique du Professeur DUFOUR
(vu en coupe — voir explication dans le texte).

D'ARSONVAL ou la corde de quartz de l'Einthoven s'être totalement dématérialisé, et n'être plus qu'un pinceau d'électrons traversant le vide.

Arrivons maintenant à un large horizon de philosophie scientifique dégagé de ses recherches par M. D'ARSONVAL lui-même et qui, dès le début, l'amène, concernant les causes et les effets de ces courants musculaires — et tissulaires en général — issus de la vie des organes, à un point de vue entièrement nouveau et quelque peu révolutionnaire sur la nature intime des processus vitaux. Nous entendrons plus loin DANIEL BERTHELOT, dans une communication du 7 mai 1913 à la Société Internationale des Electriciens, en parler comme du « coup de sonde le plus profond qui ait été lancé jusqu'ici dans l'intimité des phénomènes de l'énergétique biologique ».

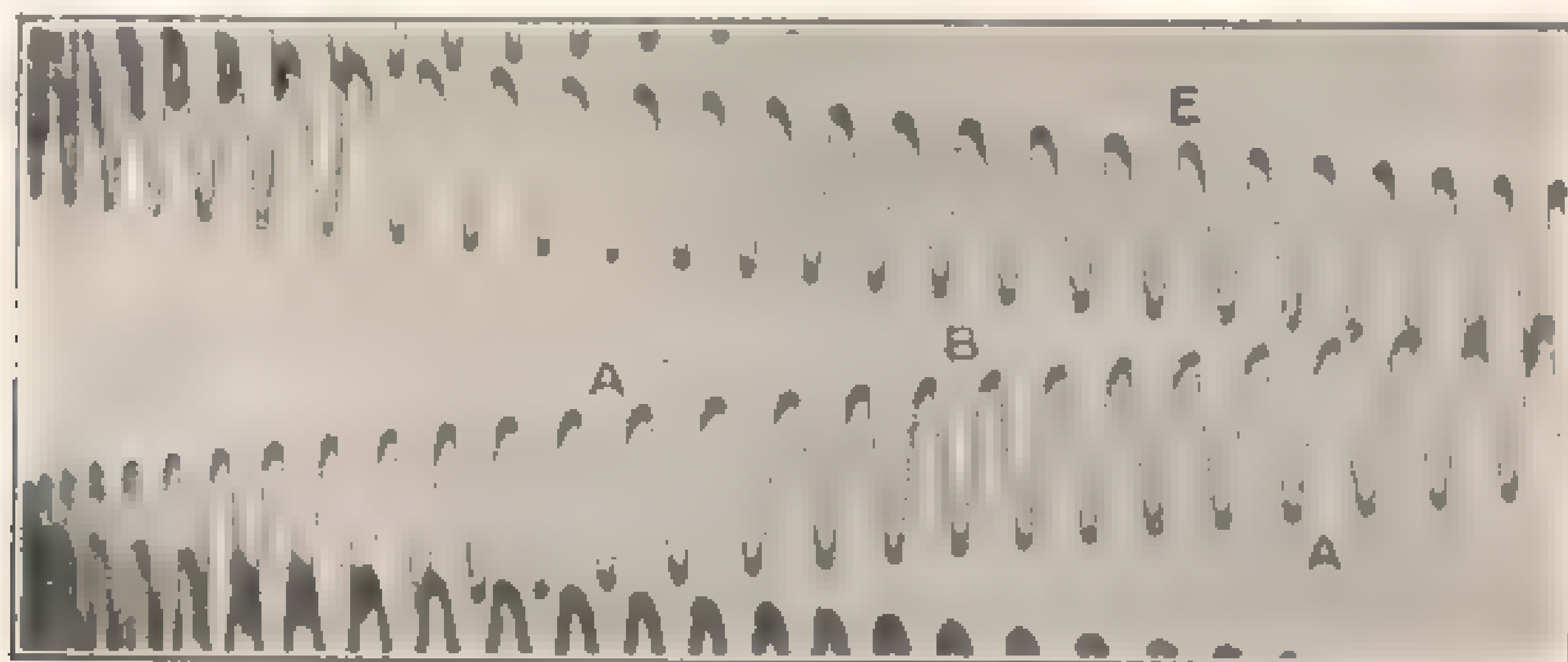


Fig. 50. — « Oscillations entretenues » de très haute fréquence enregistrées par l'oscillographe du Professeur DUFOUR.

Quels sont, en effet, se demande tout de suite M. D'ARSONVAL et le mode de production et la cause de ces courants singuliers observés dans le muscle ? et pour quelle raison, en particulier, leur renversement lors de la contraction ?

Connaissant bien son anatomie fine microscopique, il se souvient que la fibrille musculaire rouge est une suite de deux sortes de substances, alternativement empilées en disques : une mince substance « élastique » blanche, une plus épaisse substance « charnue » et colorée en rouge qui est la substance musculaire proprement dite, celle qui « se contracte », et que donc ces deux substances se succèdent ainsi : un disque élastique blanc, un disque contractile rouge, un disque blanc, un disque rouge, etc., etc..., le tout enveloppé dans une mince membrane qui est la gaine de

la fibrille musculaire. De plus il a, lui aussi, constaté au microscope — comme vient de le montrer le grand histologiste RANVIER — que le raccourcissement de ladite fibre en contraction se caractérise par une sorte de serrement sur elle-même de la substance rouge et charnue qui diminue ainsi de hauteur, attirant à elle les ménisques élastiques voisins (fig. 51).

Il a encore constaté que, même si l'on s'oppose à la déformation mécanique et passive de ces derniers, sous l'influence de la déformation active des premiers, dite : contraction — en tenant par exemple les deux extrémités de la fibre tendue de façon qu'elle ne puisse aucunement se raccourcir sous l'effet de l'excitant — il n'en n'existe pas moins, malgré cette immobilité apparente du muscle fixé, un effort effectif des disques rouges et tendance à

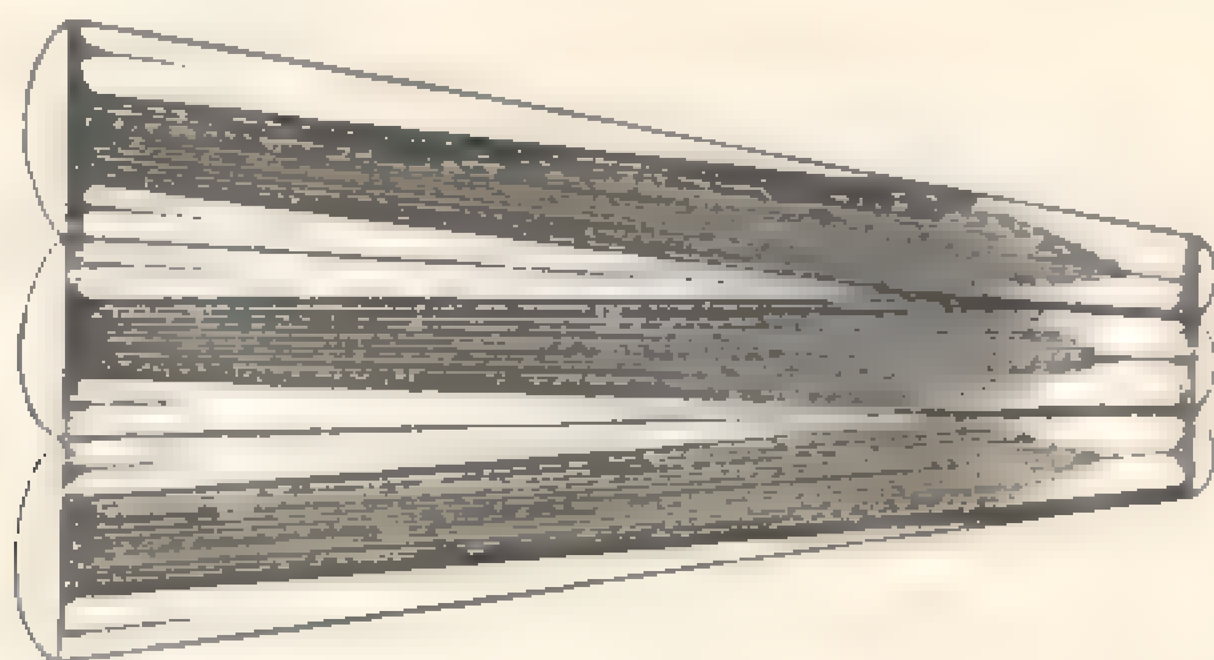


Fig. 51. — Montrant, d'après Fredericq, un fragment d'une fibre d'hydrophile dont un seul côté (à droite) est contracté ; on y voit la transition entre la substance contractile au repos (long grisé de gauche) et la même substance qui, à droite, est en action et, en se rétractant, rapproche les disques clairs sur cette région.

la répartition de leur protoplasma comme dans le raccourcissement efficace du muscle non empêché.

D'autre part, il sait que la substance charnue est formée d'un protoplasma baignant dans un « suc » ou « sérum » et alors connaissant les curieuses propriétés récemment étudiées par LIPPMANN : des déformations s'opérant sur une masse plus ou moins sphérique (un globule de mercure par exemple) en suspension dans un liquide si l'on vient à modifier les charges électriques qui existent naturellement au repos tout le long de la frontière de séparation, il se demande si, dans le muscle aussi, ce ne serait pas par une modification des charges électriques entre les substances élastiques et protoplasmiques en contact que se produirait le changement de forme de ces dernières et donc la force qui les

fait alors amener à elles, et, en quelque sorte, « absorber » les disques élastiques.

Ecoutons M. D'ARSONVAL (Exposé des Titres et Travaux Scientifiques, 1894, page 28) nous exposer le point de départ de sa conception :

« Considérons (fig. 52) un globule de mercure plongé dans l'eau acidulée (V) et relié à une des bornes d'un galvanomètre par un fil isolé du liquide acidulé, l'autre borne communiquant à une masse de mercure située dans la même eau acidulée (V'). Si nous venons à déformer mécaniquement le globule de mercure, nous savons que cette déformation s'accompagnera de la production d'un courant (expérience Lippmann). Si la surface du globule augmente, il devient positif. Si elle diminue, il devient négatif par rapport au liquide extérieur (1).

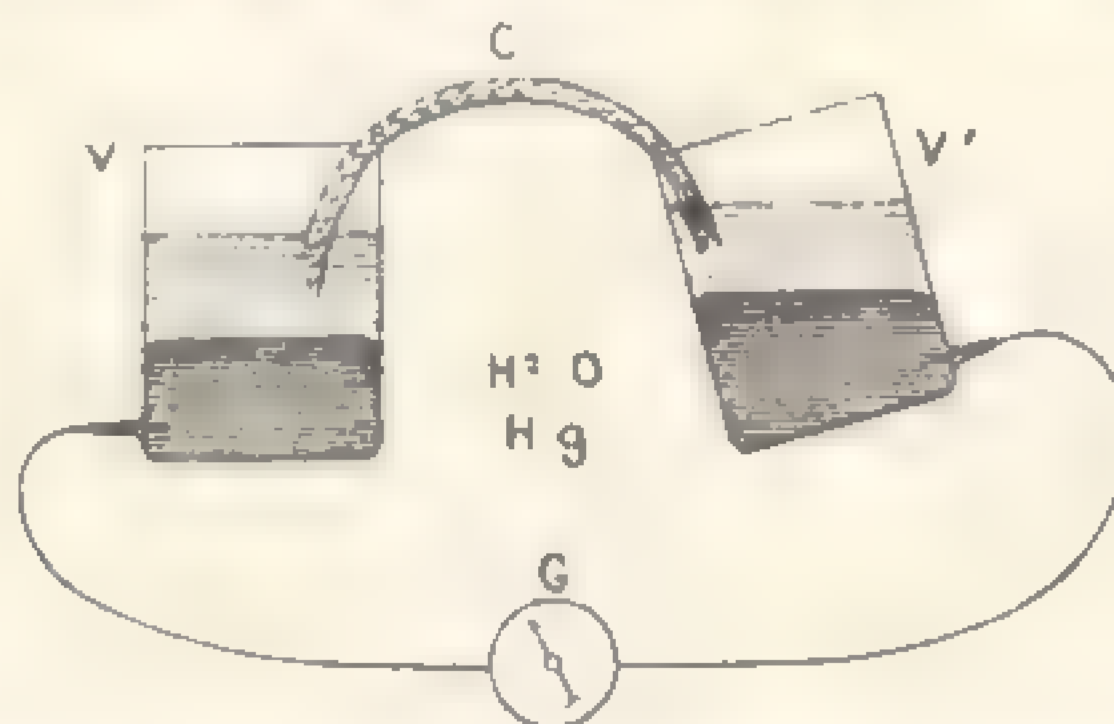


Fig. 52. — Deux contacts : « eau acidulée-mercure » susceptibles de donner, par inclinaisons successives, des courants inversés, en vertu des lois découvertes par LIPPMANN sur les modifications des tensions superficielles (voir contexte).

Supposons maintenant que ce globule de mercure soit *spontanément* déformable et que, d'étalé qu'il était, il tende à devenir sphérique, c'est-à-dire que sa surface diminue ; dans ce cas, il deviendra négatif. *Un globule de protoplasma, nageant au sein d'un plasma liquide, réalise ces conditions* ; s'il se contracte, il doit devenir négatif. C'est, en effet, ce que l'expérience montre avec tous les tissus contractiles : *un point musculaire excité est négatif par rapport à la substance musculaire non excitée, etc...* »

Mais alors, il se dit que, s'il en est ainsi, il doit y avoir — comme dans les expériences de LIPPMANN sur la matière physi-

(1) Par exemple en inclinant le vase V', les surfaces de contact augmentant, on a donc un courant qui va, par le liquide extérieur, de V' à V (en gardant le sens du + au —) ; et en inclinant V, après avoir ramené V' au repos, on aura un courant inverse ; oscillations mécaniques susceptibles donc de donner un courant alternatif.

que — réversibilité des phénomènes, c'est-à-dire : que si on élongue *mécaniquement* un muscle en déformant ainsi ses disques charnus en sens inverse de leur contraction, on doit obtenir, par changement de potentiel, un courant électrique opposé de celui qu'on observe lors de la contraction. On sait en effet que, dans les expériences de LIPPMANN, les inversions de formes mécaniquement imprimées aux surfaces en contact (par exemple : mercure - eau acidulée) produisent un courant, dans un sens à l'étalement, dans un autre sens au resserrement, en réciprocité du fait que les changements électriques communiqués produisent, eux, un changement de forme et de tension superficielle.

Or, comme M. D'ARSONVAL a justement constaté des courants différents à l'élongation et au raccourcissement du muscle — par exemple : par l'expérience des deux muscles solidarisés de telle façon que le raccourcissement de l'un amène l'élongation de l'autre (fig. 39) et où l'on voit les deux muscles en question donner des courants inverses dans les deux galvanomètres auxquels on les a reliés — il tend à penser que, sous l'influence de l'excitation nerveuse, il se fait bien en effet, sur les éléments contractiles de la fibre musculaire, des changements de potentiel qui amènent leur changement de forme.

Alors, pour contrôler son hypothèse nouvelle des conditions électro-dynamiques de la contraction musculaire, M. D'ARSONVAL imagine un extraordinaire schéma de « fibre musculaire » fait à partir de substances dites « inertes ». Mais laissons parler le jeune Maître (Exposé des Titres... page 26) :

Je prends un tube de caoutchouc AB (fig. 53), et je le sépare en une série de compartiments par des disques poreux en roseau ou en terre poreuse, au niveau desquels je le ficelle fortement. Chaque compartiment est rempli par une couche de mercure (en noir sur le dessin) surmontée d'une couche d'eau acidulée. Si maintenant je suspends ce tube par sa partie supérieure et que *je l'allonge brusquement*, en saisissant ses deux extrémités, je reçois une secousse. En suspendant en B un poids qu'on fait osciller de haut en bas et de bas en haut, de façon que le système prenne successivement les formes AB et A'B', on obtient des *courants alternatifs*.

On vient de voir le muscle artificiel donner des courants inverses suivant que, mécaniquement, on l'étire ou on le raccourcit. Et voici maintenant que, par réversibilité, si on lui fournit du courant, il se met à se mouvoir tantôt dans un sens et tantôt

dans l'autre, tantôt se raccourcissant et s'enflant transversalement, et tantôt s'allongeant et s'amincissant transversalement, suivant qu'on envoie le courant d'emprunt dans une direction ou dans la direction contraire.

Alors, de ces curieuses analogies M. D'ARSONVAL induit les conclusions suivantes :

Oscillation négative dans le muscle strié : On sait qu'à l'état normal (1), la fibre musculaire striée présente un courant électrique allant de sa partie médiane (équateur) à ses deux extrémités (tendons), à travers le galvanomètre. L'équateur est donc positif par rapport aux extrémités quand la fibre est à l'état de repos.

Au moment de la contraction musculaire provoquée par un irritant quelconque, ce courant tend à devenir nul, et l'aiguille du galvanomètre revient vers le zéro tout le temps que dure la contraction musculaire; c'est le phénomène de « l'oscillation négative ». Cette brusque variation du courant musculaire, au moment de la contraction, est même assez énergique pour faire contracter un muscle voisin dont le nerf repose sur le muscle excité. C'est la contraction induite ou secondaire de MATTEUCCI (fig. 38) ; M. du BOIS REYMOND a tenté de donner de ce phénomène une explication qui repose uniquement sur une bipolarité, absolument hypothétique, des molécules composant la fibre musculaire. J'ai essayé, depuis 1878, de donner de ce phénomène une théorie basée sur la variation de tension superficielle (et par conséquent d'état électrique) qu'entraîne la déformation mécanique interne de tout tissu vivant qui se déforme spontanément.

Pour la théorie que je soutiens, il suffit que la fibre musculaire soit composée de deux substances différentes offrant une surface de contact déformable.

J'attribue l'oscillation négative, lors de la contraction, à la déformation mécanique qui se produit au niveau de la surface de contact des disques clairs avec les disques sombres. C'est un phénomène analogue à celui qui se passe dans le tube de caoutchouc représenté (fig. 53).

Si l'oscillation négative est due, comme je le soutiens, à cette déformation interne moléculaire de la substance musculaire, on doit donc l'observer encore si on empêche le muscle de se déformer en masse lors de sa contraction, pourvu que le changement de forme puisse se produire au contact des disques clairs et des disques sombres.

L'expérience vérifie pleinement cette déduction. *a*) Si on emprisonne un muscle dans du plâtre, de façon à ce qu'il ne puisse pas se déformer, l'oscillation négative apparaît *quand même* lors de sa contraction (du BOIS REYMOND).

(1) De repos.

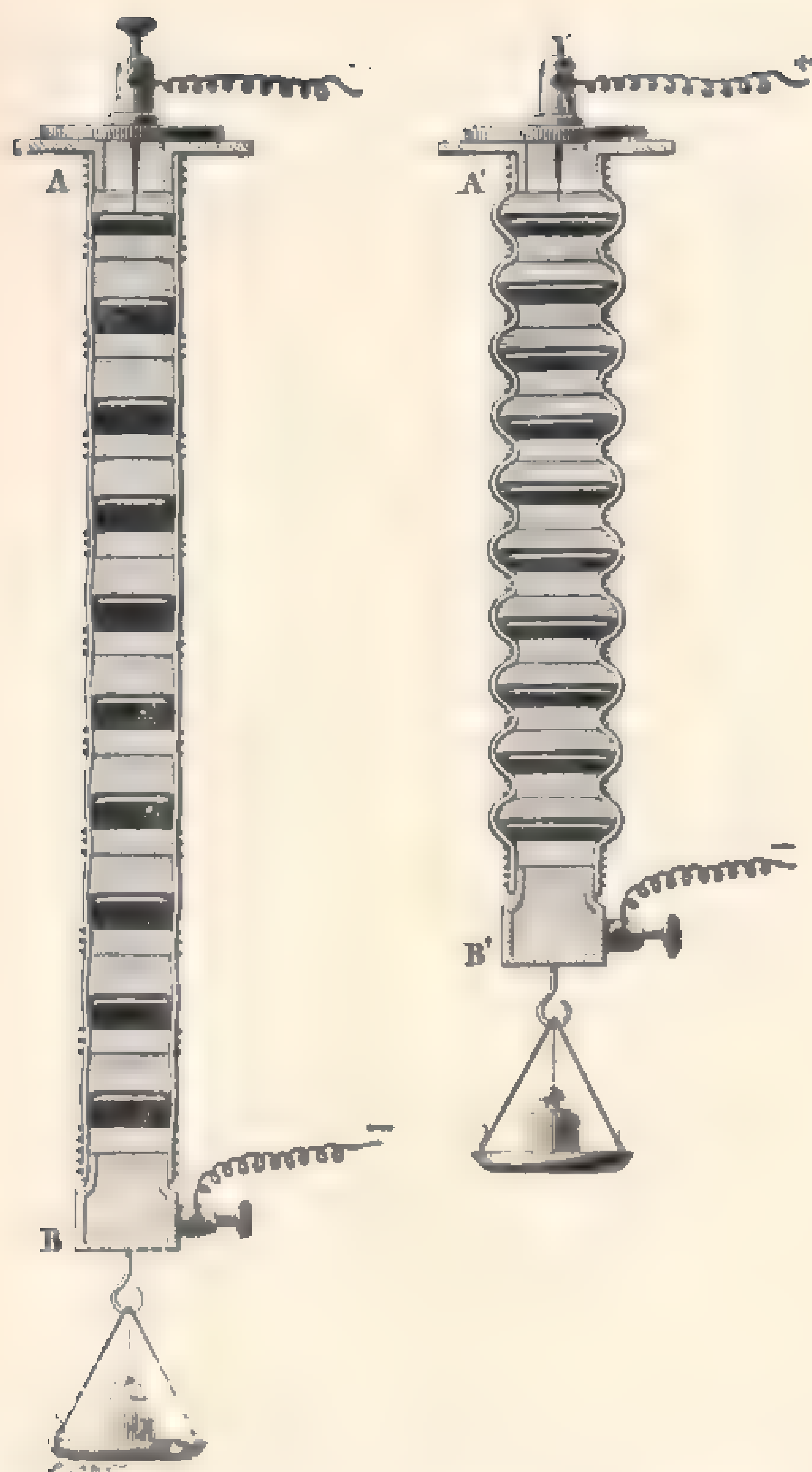


Fig. 53. — La fibre musculaire artificielle du Professeur D'ARSONVAL : Un tube de caoutchouc est cloisonné par des nœuds de roseau ligaturés de l'extérieur. Chaque cellule contient une goutte de mercure, le plein étant fait par de l'eau acidulée. Si on fait passer un courant électrique dans ce système, l'effet électrocapillaire consécutif dilate les gouttes mercurielles *transversalement*, quand le sens du courant (+ à —) est de haut en bas. Au contraire, si on inverse le courant communiqué, alors la fibre artificielle, par inversion du mercure en hauteur, s'allonge. Et si ce sont primitivement des déformations mécaniques qu'on imprime au système, par étirement ou par raccourcissement, alors cette fois il « rend » des courants électriques qui sont de sens contraire pour ces deux genres de déformations.

b) Si l'on tend un muscle par un poids trop fort pour qu'il puisse le soulever, *sa variation électrique est alors maxima* (BROWN-SEQUARD), *Course of lectures on the Physiology and Pathology of the nervous Centres*, Philadelphie 1860, p. 7, fig. 2, pl. 1.

c) Si on fixe une fibre musculaire, sous le microscope, par ses deux extrémités, de façon à ce qu'elle ne puisse se raccourcir lors de sa contraction, *le changement de forme des disques clairs et des disques sombres est alors à son maximum* (RANVIER).

L'explication des phénomènes observés dans ces trois expériences ressort très nettement de ma théorie...

Et M. D'ARSONVAL ajoute :

Si l'oscillation négative est le résultat du changement de tension superficielle qui accompagne la contraction : *la vitesse de propagation de l'onde négative doit être la même que celle de la propagation de l'onde musculaire.*

L'expérience confirme pleinement cette nouvelle déduction d'après les électro-physiologistes les plus autorisés. Cette lenteur de la propagation d'une manifestation électrique serait absolument incompatible avec la vitesse de propagation propre au courant électrique lui-même, si l'oscillation négative n'était pas la conséquence d'une déformation mécanique.

Enfin, *la variation de tension superficielle se produit dans le muscle bien avant que le muscle se raccourcisse en masse*. Le phénomène se voit très facilement en répétant l'expérience de RANVIER, citée plus haut, à l'aide d'une fibre musculaire épuisée ou près de mourir et dont on fixe faiblement une des extrémités. Si l'on envoie une excitation unique à cette fibre, le changement dans la striation se produit dans le champ du microscope au moment même de l'excitation, mais ce n'est qu'un instant après qu'on voit se mouvoir l'extrémité faiblement fixée de la fibre. En un mot, la variation de tension superficielle semble, comme la variation négative, précéder la contraction en masse du muscle, et coïncider avec la période d'excitation latente...

Pour expliquer que point n'est besoin qu'il y ait une déformation du muscle apparente extérieurement pour qu'il y ait cependant un violent effort de contraction et donc changements électriques *intimes* avec *intenses* modifications moléculaires au niveau des contacts clairs et striés, M. D'ARSONVAL pose d'abord l'exemple du téléphone à mercure d'ANTOINE BRÉGUET :

« Les déformations mécaniques, *quelque faibles et quelque rapides qu'elles soient*, modifient la tension électrique ; réciproquement : les variations de tension électrique, *quelque faibles et quelque rapides qu'elles soient*, s'accompagnent d'une déformation mécanique et point

n'est besoin pour cela qu'il y ait des modifications de forme apparentes extérieurement.

Le téléphone à mercure d'ANTOINE BREGUET le démontre surabondamment.

Cet instrument se compose (fig. 54) de deux vases V V' remplis de mercure et d'eau acidulée, dans lesquels plongent deux tubes T T' à bout effilé, contenant du mercure et recouverts par deux plaques vibrantes. On réunit entre elles, par des fils métalliques, les colonnes de mercure T et T' et les couches de mercure M et M' qui occupent le fond des deux vases. En faisant vibrer la lame A, la lame A' reproduit la vibration. C'est que la vibration en A déforme la colonne T et engendre un courant vibratoire qui, à son tour, déforme la colonne T électriquement et fait vibrer A'.

Ce téléphone transmet non seulement les vibrations musicales, mais

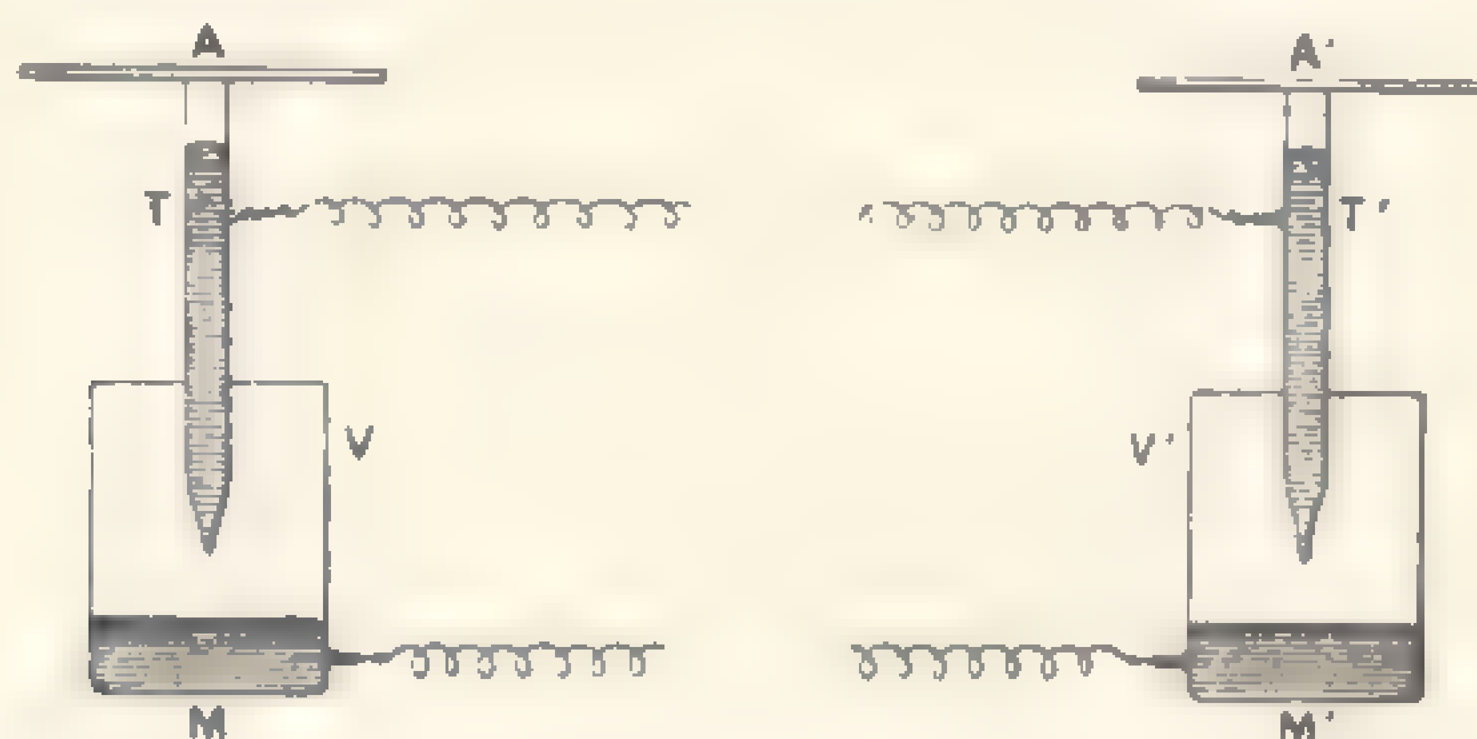


Fig. 54. — Téléphone à mercure d'ANTOINE BREGUET, donné par M. D'ARSONVAL comme exemple des réactions mécaniques consécutives à d'intimes modifications moléculaires invisibles, et pour imager ainsi les contractions intimes sans déformation extérieure apparente d'un muscle dont on contrarie l'effort.

encore la parole articulée, dont les vibrations sont infiniment complexes.

Les déformations subies dans ce cas par les colonnes de mercure T T' sont absolument invisibles et d'ordre moléculaire, comme les déformations que subit une muraille épaisse, à travers laquelle, pourtant, la voix peut se transmettre. »

Passant alors aux tissus, M. D'ARSONVAL explique :

« Il ne faudrait pas croire que les déformations *moléculaires* des surfaces de contact qui ont lieu dans les tissus s'accompagnent toujours d'un changement de forme *extérieur* et perceptible par un mouvement apparent de l'organe. Les choses se passent comme dans le téléphone à mercure d'ANTOINE BREGUET, décrit fig. 54, et où il est impossible de constater un mouvement en masse produit par les vibrations très compliquées, dont la colonne de mercure est le siège. »

Enfin il conclut :

« Contrairement à ce qui est admis sur la foi des expériences myographiques, le muscle et le nerf sont capables de répondre aux excitations électriques les plus rapides et les plus compliquées qu'il nous soit possible de produire. J'ai mis ce fait hors de doute, en 1881, par une expérience très simple à laquelle j'ai donné le nom de *muscle téléphonique*.

Cette expérience consiste à prendre un muscle de grenouille (fig. 55 C) munie de son nerf (B).

J'excite ce nerf par les courants ondulatoires provenant d'un téléphone A (ou mieux, d'un microphone relié à une bobine d'induction sur lequel on chante). Le tendon du muscle est attaché au centre d'une membrane D sur laquelle il tire (téléphone à ficelle). On met l'oreille E contre cette membrane (par l'intermédiaire d'un tube acoustique), et,

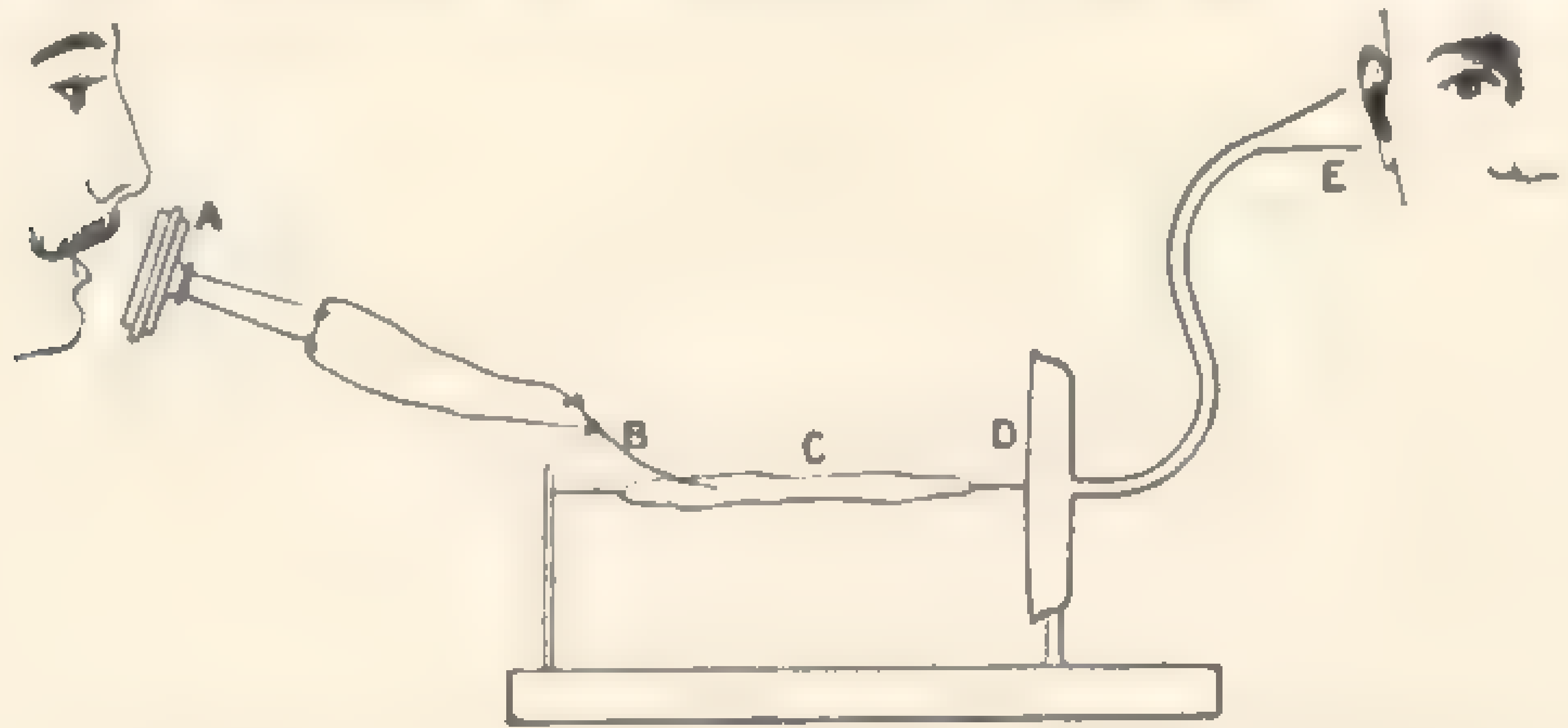


Fig. 55. — Le muscle téléphonique (expliqué dans le texte).

si on chante à haute voix sur le microphone A, le muscle reproduit la voix avec autant de netteté qu'un téléphone. Il se comporte, en un mot, et pour la même cause, comme le téléphone à mercure d'ANTOINE BREGUET.

D'après HELMHOLTZ, le nombre de vibrations nécessaires à la reproduction du timbre de la voix dépasse cinq mille par seconde ; le nerf et le muscle obéissent, néanmoins, fidèlement à ces excitations et les traduisent par des mouvements moléculaires *imperceptibles au myographe*...

Malgré cette correspondance des phénomènes électro-moteurs musculaires et des phénomènes électro-moteurs du type LIPPMANN — que la « piézo-électricité » (1) vient, en ces dernières années, de montrer beaucoup plus répandus qu'on ne le croyait — M. D'AR-

(1) Voir MARCEL BOLL, Idées nouvelles sur l'Electron, p. 161. Larousse, éditeur.

SONVAL, se gardant d'anticipations exagérées, bien difficiles dans un monde aussi complexe que celui de la Biologie, c'est-à-dire que celui de la Vie dans la cellule animale, ne prétend pas « intégrer » les lois de l'activité cellulaire à un déterminisme purement physique sans spontanéité, discernement, choix, et même, dans certains cas, contradiction. Mais il montre que la machine vivante se sert des réactions de toute matière, pour réaliser ses buts et ses fins : vivre, s'adapter, agir. (Relire le passage cité p. 104 du début de sa Thèse de doctorat en médecine.) Pour lui, la fibre musculaire répond à l'excitation parce que cette excitation organise d'abord en elle des *positions électriques* différentes et c'est à la suite de ce premier conditionnement correspondant à la phase latente de l'excitation que se produit le changement de forme entraînant un *courant inverse* de l'état de repos.

Cette nouvelle conception électrique de l'énergie musculaire lui fait alors abandonner la doctrine régnante de cette énergie produite par des mutations chimiques du protoplasma entraînant de la chaleur avec ensuite transformation de cette chaleur en travail, ainsi qu'on l'observe dans les moteurs thermiques. Des mutations chimiques importantes dans le protoplasma, il ne les conteste certes pas, puisque ce sont elles qui donnent tous ces produits de déchets constatés dans le sang sortant d'un muscle qui vient de travailler, mais, selon sa conception nouvelle, ces mutations entraînent d'abord, elles aussi, des variations électriques et des courants intra-musculaires dans lesquels la chaleur n'apparaît que comme un effet terminal et non comme le mécanisme initial et primordial du travail. Car nulle part on ne voit dans les tissus animaux trace de ces oppositions brutales de température au début et à la fin du phénomène et qui sont nécessaires, suivant le principe thermo-dynamique de CARNOT (2), à la mutation de chaleur en travail dans les moteurs industriels.

Ces études si curieuses sur le muscle générateur d'électricité — dont, redisons-le, l'électro-cardiographie est, de nos jours,

(2) Le principe de CARNOT consiste en ceci : une machine thermique ne peut fournir de travail mécanique positif que si elle fonctionne entre 2 sources de chaleur à températures différentes ; elle emprunte alors de la chaleur à la source chaude et restitue une quantité de chaleur inférieure à la source froide, la différence étant transformée en travail. On se représente de suite que, pour avoir un bon rendement, il faut une forte différence des températures extrêmes, ce qui est évidemment impossible à l'intérieur du corps humain.

une suite lointaine et d'une utilité diagnostique si grande — vont se trouver, dès cette époque, offrir un autre intérêt passionnant.

Il s'agit cette fois de l'interprétation des « décharges électriques » produites par certains poissons pour leur défense, par exemple : la torpille, le gymnote, etc... Il est en effet alors démontré que les organes générateurs de ces forces électriques — organes symétriquement alignés sur les deux côtés de la région

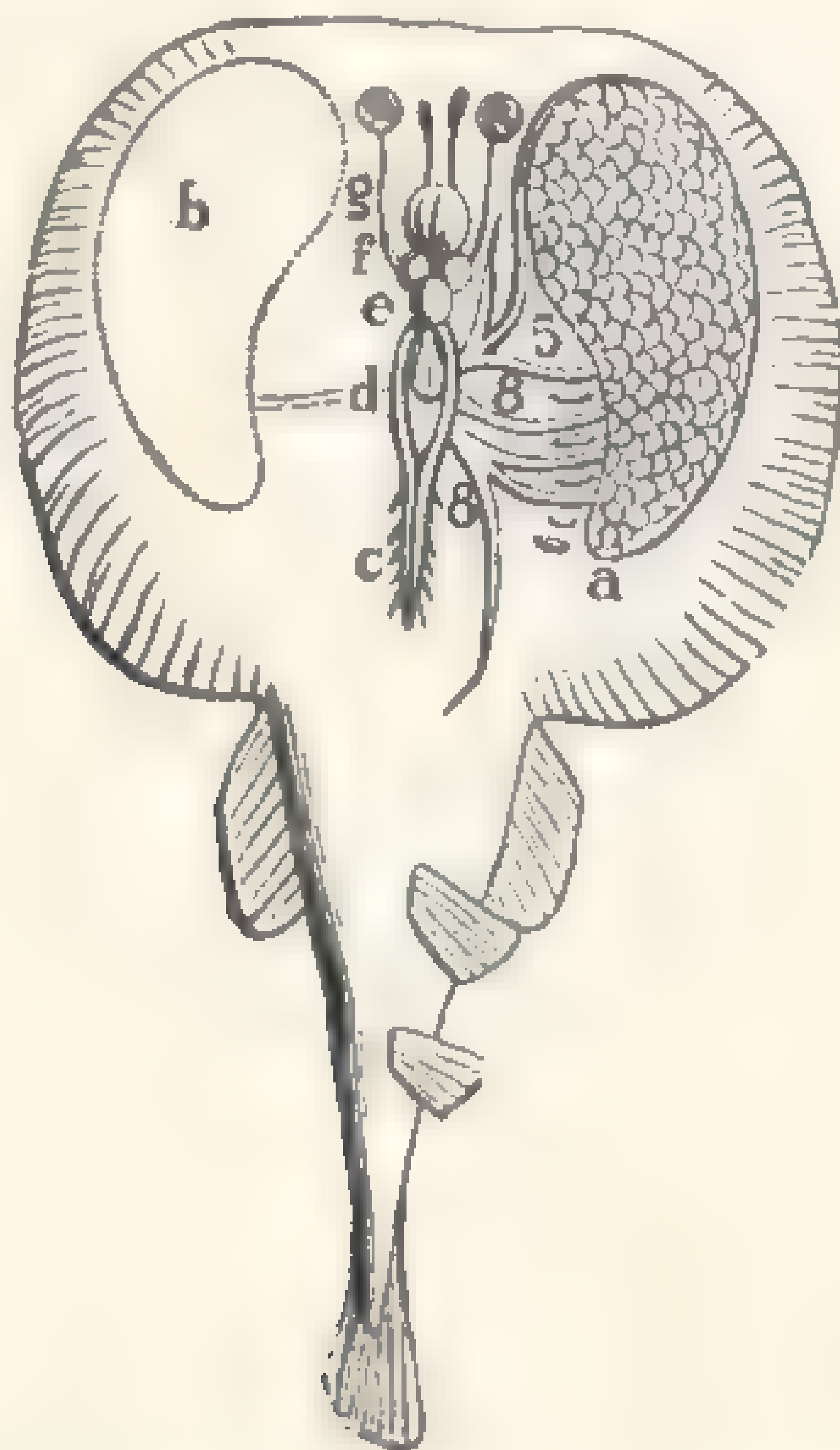


Fig. 56. — Torpille commune : *a*) organe électrique ; *b*) contour de celui de côté opposé ; *c*) moelle épinière ; *d*) moelle allongée, lobes électriques et nerfs électriques (5, 8, 8) ; *e*) cervelet ; *f*) lobes cérébraux et processus olfactifs.

céphalique (fig. 56) comme le seraient deux batteries d'accus (mais d'une toute autre nature, ainsi que nous allons le voir) — ne sont que des cellules musculaires évoluées en vue de donner non du mouvement, mais de l'électricité. Absolument comme si les faibles courants électriques que nous venons de voir dans la vie d'un muscle ordinaire n'avaient eu qu'un simple pas à franchir pour devenir, par adaptation spéciale de cellules somme toute d'origine et d'intention musculaire, de puissants courants survoltés, ainsi substitués à la fonction motrice habituelle de ces cellules.

En nous aidant de la figure ci-contre de la « torpille commune », figure empruntée au Traité Elémentaire de Physiologie Humaine de VIAULT et JOLYET (1), écoutons M. D'ARSONVAL lui-même exposer la question au paragraphe IX de son Exposé de Titres et Travaux Scientifiques :

N° 9. — ORIGINE DE L'ELECTRICITE CHEZ LES POISSONS ELECTRIQUES

Schéma physique de l'organe électrique

L'oscillation négative provenant de la variation de la *tension superficielle* du protoplasma m'a fourni également l'explication de l'origine de l'électricité chez les poissons électriques.

Et d'abord l'électricité n'est pas préformée dans ces organes ; on ne peut les assimiler ni à une pile ni à un condensateur, puisque, à l'état de repos, ils ne manifestent aucune tension électrique extérieure accusant une charge.

Ces organes produisent donc l'électricité seulement au moment où ils entrent en fonction sous l'influence de la volonté de l'animal. Ils se comportent, au point de vue de la production d'énergie électrique, exactement comme le muscle le fait pour l'énergie mécanique.

Et M. D'ARSONVAL ajoute que ce n'est pas le Système Nerveux qui fournit l'électricité au moment du besoin à l'organe électrique puisqu'on obtient une décharge en déformant mécaniquement un morceau d'organe sans nerf, ce qui prouve bien le rôle de la tension superficielle protoplasmique dans la genèse de ces courants.

L'organe électrique, continue-t-il, est formé par une série de cellules hexagonales superposées. Chaque cellule est remplie en partie, par une masse granuleuse, probablement de nature protoplasmique, dans laquelle se ramifie le nerf, et par une substance amorphe, plus ou moins fluide, surmontant la plaque nerveuse, comme l'ont montré les études de RANVIER. Nous avons dans cet arrangement toutes les conditions désirables pour produire de l'électricité à haute tension par le phénomène LIPPMANN.

Considérons une cellule : sa base protoplasmique, excitée par le nerf, s'électrise *négativement* (oscillation négative due à la variation de tension superficielle du protoplasma), la substance non protoplasmique qui est au-dessus *positivement*. La superposition des cellules accouple ces éléments électromoteurs en tension.

---

(1) Doin, éditeur, Paris.

Les variations négatives s'additionnent et sont multipliées par le nombre des cellules superposées qui s'élève à plusieurs milliers dans une colonne de l'organe. Toutes ces variations négatives individuelles s'additionnent pour donner à chaque extrémité de colonne terminale une variation négative formidable. Voilà pour la tension.

Ces colonnes sont elles-mêmes au nombre de plusieurs milliers, associées par les pôles de même nom. Voilà pour la quantité.

Ces organes peuvent donc donner à la fois la tension et la quantité, voilà pourquoi leur décharge est si formidable.

Cette théorie explique comment il se fait que *l'organe électrique se comporte en tout comme un muscle*, ainsi que l'ont démontré encore tout récemment les belles expériences de MAREY. Les lois de la décharge électrique sont les mêmes que celles de la secousse musculaire. La décharge de cet organe et la variation négative du muscle se produisent par le même mécanisme.

L'appareil représenté figure 53 (pour le muscle) donne un schéma du prisme de l'organe électrique. Les déformations du protoplasme peuvent rester absolument insensibles sans que le phénomène change, comme dans l'appareil figure 54.

D'autre part, j'ai démontré (Biologie, 4 juillet 1885, et rapport des Hautes Études, 1882-1883) que si on prend un morceau d'organe électrique et qu'on mette, par un plateau conducteur, chaque face en communication avec un galvanomètre, on obtient une décharge *inverse* en comprimant l'organe, et *directe* en le déprimant.

C'est la répétition de mon expérience faite avec le muscle et avec le tube de caoutchouc. Ce résultat est inexplicable en assimilant l'organe électrique à une pile ou à un condensateur ; il est tout simple, au contraire, dans ma théorie, qui subordonne l'électrogenèse aux changements de la tension superficielle.

Si l'on veut apprécier l'importance, l'envergure des considérations absolument nouvelles soulevées par M. D'ARSONVAL appliquant à la structure et à la physiologie des tissus vivants les idées si puissantes et si originales de LIPPMANN sur les courants électriques en rapport avec la tension superficielle, il faut relire la belle communication faite le 7 mai 1913 à la réunion mensuelle ordinaire de la Société Internationale des Electriciens par son Président d'alors, M. DANIEL BERTHELOT, sous le titre : « Les mécanismes biologiques et les phénomènes électriques. » Il nous est malheureusement bien impossible de reproduire ici le texte intégral de cette magistrale « revue générale », ce qui allongerait démesurément ces pages déjà trop longues. Détachons-en seulement, dans le paragraphe consacré à M. D'ARSONVAL, la conclusion. Après avoir rappelé à ce propos les travaux de LIPPMANN, DANIEL BERTHE-

LOT s'exprimait ainsi : « ...*les applications qu'en a faites* M. D'ARSONVAL *dans sa théorie de la contraction musculaire représentent peut-être le coup de sonde le plus profond qui ait été lancé jusqu'ici dans l'intimité des phénomènes de l'énergétique biologique* » (1).

***

Dans les pages précédentes, nous avons, somme toute, vu M. D'ARSONVAL se consacrer surtout à l'exploration des courants électriques *issus* de la cellule vivante en repos ou en travail — en particulier des cellules musculaires. Mais il n'a pas, bien entendu, négligé l'étude inverse : celle qui consiste à tâter les réactions de la cellule animale devant un courant amené du dehors. Car, comme il l'écrit alors (Exposé des Titres et Travaux Scientifiques, 1894, page 13) :

Tous les êtres vivants produisent de l'électricité.

Tous les êtres vivants réagissent à l'électricité.

De là deux études différentes, suivant qu'on considère l'être vivant comme générateur, ou, au contraire, comme récepteur d'électricité.

Voyons le donc maintenant mener parallèlement, tout en continuant la première partie du programme, l'action de l'électricité *communiquée* aux êtres vivants et ses applications thérapeutiques.

En attendant que bientôt il reprenne, de ce point de vue, l'étude du courant continu ou « galvanique » qui, s'il est déjà assez bien connu et mesuré dans ses effets de « l'état permanent », n'a pas encore, dans ses phases de « l'état variable », de moyens d'évaluation bien précis, M. D'ARSONVAL commence par s'attaquer, en 1878, à l'autre modalité d'excitation en usage : celle dite « faradique », surtout réalisée par la bobine de RUHMKORFF ou son sosie médical : le chariot de DU BOIS-REYMOND. Et tout de suite il en propose une réalisation instrumentale nouvelle permettant des mesures précises, au lieu des approximations très vagues et ne permettant aucune comparaison serrée, dont la bobine ou le chariot se sont jusqu'ici contentés. Ecoutons M. D'ARSONVAL exposer la question dans ses « Titres et Travaux Scientifiques » (1894, page 64) :

---

(1) Bulletin de la Société Internationale des Electriciens, n° 25, p. 433, mai 1913, (GAUTHIER-VILLARS, imprimeur).

J'y suis arrivé au moyen de l'instrument suivant qui a figuré, en 1878, à l'exposition de M. A. GAIFFE, qui l'avait construit sur mes indications (1).

Je prends une bobine d'induction à induit mobile, connue en physiologie sous le nom de chariot de DU BOIS-REYMOND ; seulement, au lieu d'employer comme courant inducteur une pile, je me sers de la décharge d'un condensateur de capacité connue chargé à un potentiel connu (2). La quantité d'électricité mise en jeu est donc ainsi mathématiquement dosée. Ce courant inducteur instantané, pouvant être assimilé à un courant qui commence et à un courant qui finit, donne naissance, dans le second fil, à deux courants instantanés, de quantité égale, mais de sens inverse, qui, par conséquent, s'annulent au point de vue chimique et au point de vue de la direction.

L'excitation est ainsi réduite à un effet purement mécanique de l'électricité, effet qui sera toujours le même pour une même charge du condensateur et une même distance de la bobine induite. Je fais varier l'intensité de l'excitation de trois façons différentes :

Fig. 57. — Courbes comparées des réponses d'excitations d'un nerf aux provocations : en bas, B, d'un condensateur qu'on décharge *directement* sur lui ; en haut, C, des décharges du condensateur *induisant* une bobine, suivant le dispositif décrit par M. D'ARSONVAL.

1° En faisant varier la surface du condensateur, c'est-à-dire sa capacité ;

2° Son potentiel ;

3° En changeant la distance qui sépare les deux bobines (inductrice et induite).

Ce dernier procédé est suffisant à lui seul dans la pratique.

Cette méthode d'excitation présente l'énorme avantage, sur toutes les autres, de ne pas fatiguer le nerf, ainsi que l'a montré, par des tracés comparatifs, M. MENDELSHON, qui en a répandu l'usage en Allemagne et en Russie.

Ci-joint un tracé (fig. 57) qui m'a été envoyé par M. MENDELSHON : la courbe B montre la fatigue d'un nerf excité par la décharge directe du condensateur (la hauteur des secousses va en diminuant). On voit

(1) Stand des instruments du Laboratoire de CLAUDE BERNARD, à l'Exposition Universelle de 1878.

(2) Condensateur étalonné en « microfarads », dont la capacité et la charge peuvent être rendues variables en même temps qu'exactement connues.

par la courbe C, qu'avec le dispositif que j'indique, la hauteur des secousses (pour le nerf similaire) reste constante.

On vient de voir par les pages précédentes que, dès ces années de début, la question de mesures électriques précises se présentait à l'esprit de M. D'ARSONVAL comme une obsession.

De même que LAVOISIER s'était bien rendu compte que l'on ne pouvait faire de chimie sans balance, il s'était tout de suite aperçu qu'on ne peut pas aller loin, dans l'électricité, sans mesures, et nous venons de le voir commencer à déjà en établir. Mais, en même temps, et de toute évidence, pour pouvoir comparer les recherches issues des divers pays où les savants travaillent, il faut une entente internationale sur des unités communes. Aussi le trouvera-t-on au Congrès de l'Exposition d'Electricité de 1881 s'acharnant à faire adopter les Unités fondamentales dites C. G. S. (Centimètre, Gramme, Seconde) qui doivent ensuite aller régir toutes les autres unités particulières propres à la Science Electrique. Et c'est, en fin du chapitre suivant, que nous allons le voir attelé à cette œuvre et l'entendre nous raconter lui-même, avec son « humour », les petits incidents qui marquèrent les grands débats du Congrès des Electriciens de 1881 — cependant que, logiquement et chronologiquement, nous aurons commencé par rapporter les autres manifestations de l'activité inventive de M. D'ARSONVAL pendant les années précédentes, en nous transportant d'abord du plan de ses études physiologiques sur celui de ses investigations industrielles.

CHAPITRE V

1878 à 1882 (pars secunda)

M. D'ARSONVAL INVENTEUR INDUSTRIEL ET ANIMATEUR DE L'EVOLUTION ELECTRIQUE MODERNE

(Exposition et Congrès de l'Électricité de 1881)

SOMMAIRE

Parenthèse aux travaux d'électro-physiologie de M. d'ARSONVAL pour le montrer perfectionnant les téléphones et microphones nouvellement nés. — Continuation de la parenthèse pour montrer son importante contribution, par l'Exposition et le Congrès de l'Electricité en 1881, au lancement de toute la vie électrique moderne. — Démarrage à cette Exposition et à celle de Munich, l'année suivante, du « transport de l'Energie Electrique à distance » ; ardente polémique d'ARSONVAL-GUSTAVE LE BON et triomphe de la « solution DEPREZ », défendue par M. d'ARSONVAL.

« Il est utile de rappeler que le développement prodigieux de l'Industrie à notre époque fait un appel pressant à la pensée scientifique *qui lui sert de subsistance...* »

Rapport de M^me CURIE à l'Académie de Médecine, sur la question *de la propriété scientifique*, 23 juin 1931.

AVANT de suivre — pendant la tranche de vie qui s'étendra cette fois de 1882 à 1900, — M. D'ARSONVAL reprenant et continuant ses explorations de physiologiste et de médecin, c'est ici le lieu, pour achever le précédent chapitre, de souligner le second aspect par lequel, au cours des années 77 à 82, il accuse déjà ce qu'il sera toujours par la suite, à savoir : l'homme tout aussi bien des investigations industrielles que des habiles explorations de la machine vivante.

Déjà nous avons signalé, à la fin du chapitre précédent, que, dans le cours de l'Exposition Universelle qui se tint à Paris en 1878, pour affirmer la rénovation de la France se relevant des désastres de 1870 et 1871, un stand avait été réservé aux appareils du Laboratoire de CLAUDE BERNARD et ce fut M. D'ARSONVAL qui fut chargé de leur présentation. On y voyait figurer bon nombre de ses inventions touchant déjà l'Industrie, telles que : ses étuves, ses régulateurs de chaleur ou de débit... et aussi, dans le stand de M. GAIFFE : ses premières réalisations électriques, telles que : le chariot d'excitation par condensateur, ses aiguilles thermo-électriques, etc., etc.

Mais, dès cette année et les suivantes, le fait « industriel », peut-on dire, du téléphone et du microphone, alors tout nouveaux, devait saisir son attention. Nous allons le voir, en collaboration avec PAUL BERT, y apporter d'ingénieux perfectionnements qui devaient le conduire à l'honneur d'équiper les postes mêmes du Réseau français en gestation.

Voici, dans sa Notice de Titres de 1884, les premières notes résumant ses communications fondamentales sur ce sujet avec PAUL BERT.

NOUVEAUX MICROPHONES

En commun avec PAUL BERT

Biologie et Journal La Nature (1879)

Au cours des recherches sur la surdité, je fus amené, avec PAUL BERT, à m'occuper du microphone pour essayer d'utiliser les propriétés amplificatrices de l'instrument primitif de HUGHES. Comme il arrive en bien des cas, nous avons trouvé autre chose que ce que nous cherchions. Par des perfectionnements successifs de notre premier appareil, nous arrivâmes à combiner différents instruments qui donnèrent d'excellents résultats *pour la téléphonie pratique*.

Les premiers en date sont fondés sur le groupement des contacts microphoniques en quantité : série de crayons de charbon, enfilés verticalement dans deux plaques percées de trous qui leur servent de guide. Leur partie inférieure trempe dans un bain de mercure contenu dans le tube, et ce liquide, en exerçant une poussée égale sur chacun d'eux, constitue un ressort d'une grande douceur. La partie supérieure de ces mêmes charbons vient appuyer légèrement sur un diaphragme portant un disque de charbon et qui reçoit les vibrations de la voix. La pression des charbons contre le diaphragme (et, par conséquent, la sensibilité de l'instrument) est facilement réglée en faisant varier le niveau de mercure dans le tube.

Dans les modèles suivants, nous avons supprimé le mercure et utilisé simplement la pesanteur comme force appuyant les contacts microphoniques.

MICROPHONES A REGLAGE MAGNETIQUE

En commun avec PAUL BERT

(*Académie des Sciences*, 15 *mars* 1880, *et* La Lumière Electrique, 11 *novembre* 1882)

Dans tout appareil microphonique, les contacts doivent être appuyés l'un sur l'autre, avec une force plus ou moins grande, suivant le degré

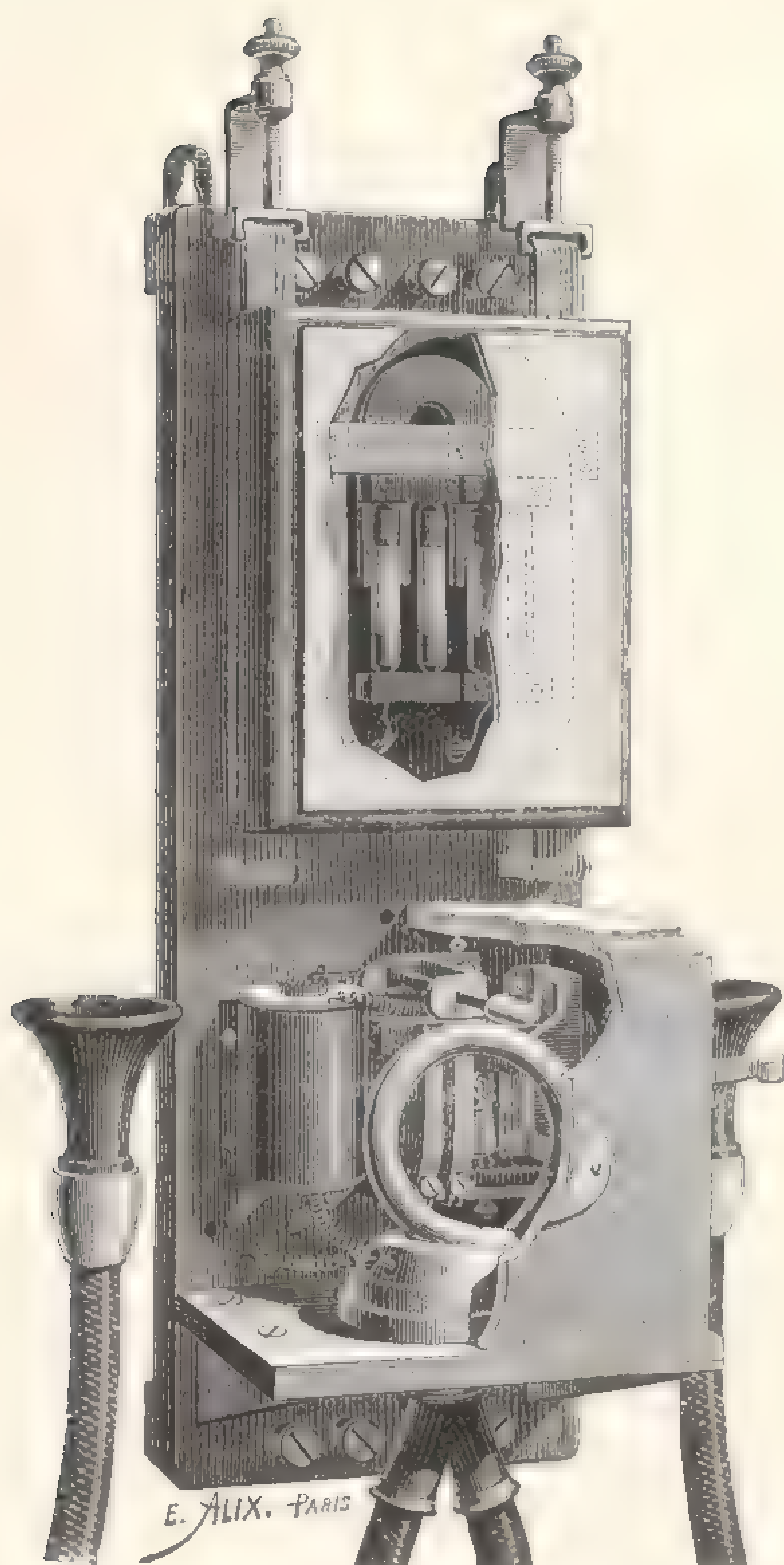


Fig. 58. — Premier microphone d'Arsonval-Paul Bert, à crayons de charbon trempant dans un godet de mercure.

de sensibilité qu'on veut donner à l'appareil. Dans nos précédents appareils, nous avions, PAUL BERT et moi, employé, soit la poussée d'un liquide, soit la pesanteur. Ce système de réglage ne permet pas de placer indifféremment l'appareil dans toutes les positions.

En 1879, nous en avons trouvé un qui a le double avantage *d'agir dans toutes les positions et à distance ;* c'est l'attraction magnétique. Le réglage de l'effort exercé est rendu plus précis et peut s'appliquer à nombre d'instruments. Le premier dispositif de ce réglage (celui décrit dans notre note à l'Institut) ne nous donna pas, *en pratique*, de bons résultats. Pensant bien que cela tenait, non au principe, mais au mode d'application, je me suis attaché uniquement à varier les modèles et j'ai complètement réussi en adoptant la disposition suivante :

Le microphone est un simple microphone HUGHES vertical à quatre crayons de charbon montés sur pointes (fig. 58). Ces charbons sont entourés, ainsi que le montre le dessin, d'une chemise de fer blanc.

Derrière eux se trouve un aimant en fer à cheval, qu'on peut approcher plus ou moins, et dont l'attraction magnétique règle *à distance* la pression des charbons...

Des modèles spéciaux de ces appareils ont été étudiés pour résister aux chocs les plus violents *; et comme, grâce à leur réglage magnétique, ils fonctionnent dans toutes les positions, on a pu introduire le microphone dans le service des forts, des écoles à feu, des polygones d'artillerie*, etc... J'ai combiné ces différents modèles sur la demande de mon éminent ami, le général BRUGÈRE, pour ses expériences de tir.

Malgré le mauvais état des lignes ils ont donné aux polygones de Vincennes, de Châlons et de Cercottes, des résultats complètement satisfaisants. Ces mêmes appareils fonctionnent également au Palais de la Bourse, pour les transmissions téléphoniques à grande distance (Paris-Bruxelles, Paris-Reims, etc...).

Enfin, en 1882, il perfectionnait le récepteur du téléphone BELL de telle façon que — sous le nom de « téléphone magnétique à pôles concentriques » (1) — son invention méritait alors au Congrès de Southampton, du célèbre électricien anglais M. PREECE, l'éloge suivant :

M. D'ARSONVAL a, de son côté, perfectionné le récepteur BELL. Il a placé la bobine dans un puissant champ magnétique de forme annulaire, de façon à concentrer sur elle les lignes de force. La bobine induite est noyée entièrement dans le champ magnétique. Les effets sont considérablement augmentés. L'augmentation de l'ampleur de la voix ne s'accompagne nullement de la perte d'articulation, comme

(1) Académie des Sciences, 7 août 1882. La Lumière Electrique, 12 août 1882.

cela a lieu d'ordinaire, la parole est reproduite sans aucun changement du timbre.

D'après l'éminent directeur du post-office de Londres, cet appareil était le seul transmettant avec une parfaite netteté les consonnances si variées du *the* anglais.

Ce modèle de récepteur fut d'ailleurs à son tour adopté exclusivement sur les réseaux téléphoniques de l'État et pour les postes destinés à notre artillerie, et reçut différentes formes et différentes dimensions, suivant la destination.

Rappelons que ce fut au titre des P. T. T. que M. D'ARSONVAL reçut, en 1884, sa première Légion d'honneur, qui devait aller par la suite jusqu'à la dignité de Grand-Croix, et que, comme le fit spirituellement remarquer M. DE MONZIE au Jubilé, il n'a jamais été proposé dans l'Ordre au titre de l'Instruction Publique !

Nous venons de dire quelques-unes des importantes contributions de M. D'ARSONVAL au démarrage à cette époque de l'Electricité Industrielle : ne serait-ce que par ses constructions de nouveaux galvanomètres, par ses microphones et ses téléphones, par ses batailles pour l'adoption de mesures internationales. Mais, de ces contributions, il nous reste à présenter certes la plus importante, celle que, aux approches et au cours de l'Exposition de l'Electricité à Paris en 1881, il va fournir au triomphe d'une idée géniale de son ami, MARCEL DEPREZ, relative au transport de l'énergie électrique à distance, idée violemment combattue par les théoriciens de l'époque et dont il va se faire le champion avec une vigueur et un succès peu ordinaires.

Toutefois, avant de relater cette bataille livrée — et la victoire remportée — il nous faut bien dire à quelle occasion elle s'engagea et c'est ici le moment de rapporter d'abord l'histoire de cette manifestation à jamais mémorable : L'Exposition de l'Electricité de 1881.

Comme l'a raconté M. D'ARSONVAL, ce fut une bien singulière journée que celle (un matin de juillet 1878) où *quatre médecins* se trouvant fortuitement réunis, de cette rencontre sortit le projet d'une Exposition et d'un Congrès de l'Electricité à Paris. L'idée était, ce matin-là, apportée au Laboratoire du Collège de France par un personnage qui, depuis quelques mois revenu d'Amérique (où il s'était rendu après la guerre de 1870-71), faisait son chemin

dans la Presse et s'y révélait esprit d'entreprise et d'action, le Docteur CORNÉLIUS HERZ.

A ceux qui peuvent se souvenir de l'Histoire d'il y a cinquante ans, ce nom évoquera surtout sans doute les scandales financiers du Panama et la formidable campagne de presse déchaînée pendant plusieurs années contre lui, contre GEORGES CLEMENCEAU, le BARON REINACH, la Société du Panama, et plus haut (en raison des députés compromis) contre le régime lui-même. Pour CORNÉLIUS HERZ, ce fut alors la Roche Tarpéienne après le Capitole, car on ne saurait oublier qu'autant son nom se trouva, à l'occasion du Panama, traîné dans la boue — et bien au delà, semble-t-il, d'une malhonnêteté délibérément conçue et poursuivie, — autant il avait été, quelques années auparavant, l'instigateur adulé et porté aux nues de cette idée et de cette réalisation magnifique qui, aujourd'hui que les passions sont apaisées, doit lui faire rendre quelque justice : l'idée et la réalisation de l'Exposition de 1881.

Mais laissons M. D'ARSONVAL raconter lui-même cette histoire de la rencontre, un matin de juillet 1878, des quatre médecins fondateurs de cette grandiose entreprise, en empruntant une bonne partie du discours que cinquante-cinq ans plus tard, en novembre 1933, il prononcera à la séance solennelle de la Sorbonne, pour commémorer, à titre de Membre fondateur et de Président d'honneur, le cinquantenaire de la fondation de la Société Française des Electriciens.

S'adressant donc au Président en exercice de la Société, en novembre 1933, M. D'ARSONVAL s'exprimait ainsi :

MON CHER DE VALBREUZE,

Vous venez de vous calomnier gentiment en ma faveur en annonçant que je pourrais égayer par quelques anecdotes votre substantiel historique, qui n'en a pas besoin...

Une longévité qui ne doit rien à la thérapeutique m'a permis d'assister aux préludes de la révolution de 1881 dont notre Société est la fille posthume et légitime.

Cette révolution a été amorcée dès 1878 par un groupe de médecins. Voilà une affirmation qui étonnera beaucoup d'entre vous et me vaudra peut-être quelques sourires sceptiques.

Les médecins, en effet, ne passent guère pour des novateurs, surtout quand ils se réunissent en académie : j'en atteste les mânes de PASTEUR. Mais je me hâte d'ajouter à leur décharge que cette méfiance des thérapeutiques nouvelles leur est dictée par un sentiment respectable,

la peur de nuire à leurs malades : *Primum non nocere*, suivant le sage précepte d'HIPPOCRATE. Mais lorsqu'ils sont sortis de leur spécialité, nombre d'entre eux donnent libre cours à leur esprit d'invention auquel la Science et ses applications doivent un certain nombre de conquêtes non négligeables ..

Suit le rappel par M. D'ARSONVAL des grands médecins qui ont fait avancer les Sciences Physiques : le docteur DENIS PAPIN, précurseur de la machine à vapeur ; le docteur GALVANI, à jamais illustre par l'étude des courants électriques à la fin du XVIII[e] siècle ; le docteur JULES-ROBERT MAYER, « qui démontra expérimentalement l'équivalence mécanique du travail et de la chaleur » ; le docteur HELMOLTZ, fondateur de la loi de la conservation de la chaleur, et qui explora « les mécanismes de l'audition et de la vision, inventa l'ophtalmoscope et le myographe, mesura la vitesse de l'agent nerveux, et donna enfin la théorie de la décharge oscillante des condensateurs qui permit à son élève de découvrir les oscillations hertziennes » ; le docteur MAREY, qui, par l'étude de vol des oiseaux, prélude à l'aviation et dont le chronophotographe est l'ancêtre immédiat du cinématographe des frères LUMIÈRE, « dont l'un d'eux fait grand honneur à la médecine » ; le docteur BRANLY, l'inventeur du « tube à limaille », et le docteur OUDIN, l'inventeur du « résonateur », tube à limaille et résonateur par lesquels débuta la T. S. F. aux mains de MARCONI ; le docteur BENOIST, institué directeur du Pavillon de Breteuil », « ce haras des étalons » qui intéressent physiciens et électriciens.

« Mes chers Collègues, si je viens de monter ainsi en épingle les noms de quelques médecins, c'est pour que notre Société n'ait pas trop à rougir d'en compter parmi ses ascendants lointains comme je vous l'annonçais au début.

Les médecins assistent plus rarement que les sages-femmes aux joies de notre naissance. En revanche, nous les trouvons fatalement aux tristes heures de notre mort, et ceci fait inconsciemment oublier cela.

Je poursuis : dans le courant de l'année 1878, deux médecins me firent passer leurs cartes au Laboratoire de Médecine du Collège de France. L'un d'eux portait un nom qui lui méritait à coup sûr la confiance de ses clients ; il s'appelait le D[r] SOULAGES. Le second portait un prénom un peu cabalistique, c'était le D[r] CORNÉLIUS HERZ. Ils désiraient me parler ainsi qu'à mon patron, le Professeur BROWN-SEQUARD. Je les introduisis et BROWN-SEQUARD reconnut de suite deux de ses élèves. Il ajouta même qu'étant professeur à l'Université de Harvard, il avait sacré docteur en médecine ledit CORNÉLIUS.

Ce dernier nous exposa qu'en Amérique il venait de voir les nombreuses applications industrielles de l'Electricité dont EDISON surtout était l'animateur. HERZ nous dit qu'il désirait provoquer un mouvement analogue en France, son pays d'origine, que, dans ce but, il avait fondé le Syndicat français d'Electricité qu'il complèterait en publiant un journal spécial : *La lumière électrique*, pour lequel il sollicitait notre collaboration et celle de ses anciens maîtres français.

SOULAGES nous apprit entre temps que son ami était né en 1845 à Besançon, que ses parents avaient émigré en Amérique au Coup d'Etat, mais qu'il était revenu faire ses études en France. Là, ils s'étaient liés, notamment au laboratoire du professeur CHARLES ROBIN, où travaillait également à ce moment GEORGES CLEMENCEAU. SOULAGES ajouta qu'en 1870 HERZ fit partie de l'Etat-Major du général CHANZY comme chirurgien et reçut la Légion d'honneur en 1871 pour les éminents services rendus pendant la guerre. HERZ était non moins connu dans le monde de la presse et de la politique en sa qualité de rédacteur du journal républicain *Le Globe*.

Quelques mois après cette entrevue chez BROWN-SEQUARD, paraissait le journal *La Lumière Electrique*, avec le Comte du MONCEL comme Directeur scientifique et FRANCK GÉRALDY, secrétaire de la rédaction. Le succès en devint tel qu'à la fin de 1879, il fallut quintupler le volume du journal, adjoindre HOSPITALIER au secrétariat et transporter les bureaux rue Vivienne pour en multiplier le nombre. Ils devinrent le lieu de passage ou de réunion de personnalités importantes dans la science, l'industrie, la presse, la finance et la politique pendant le cours de 1880.

Fin octobre de la même année, parurent les deux décrets instituant l'Exposition et le Congrès d'Electricité pour 1881.

La suite vous est connue, mais les préliminaires font partie de la petite histoire, à la façon de LENÔTRE.

Quant à mes souvenirs du Congrès, ils se rapportent surtout à la classe 10 (électricité médicale) en raison même du mal que j'ai eu à la faire établir. — Vous n'y songez pas, me dit COCHERY, électricité médicale égale charlatans qui vont vouloir nous exhiber des femmes-torpille ou des médiums, qu'en ferons-nous ?

— Rassurez-vous, répondis-je, mon but, d'accord avec MAREY et PAUL BERT, est d'obliger médecins et physiologiques de tous pays à adopter les unités que va consacrer le Congrès, rien de plus ; physiciens et biologistes parleront dorénavant la même langue. D'ailleurs, votre Commission d'organisation contient une douzaine de médecins, professeurs à la Faculté, à la Sorbonne, au Collège de France qui pourront vous donner tous apaisements. Je ne verrais d'ailleurs que des avantages à introduire dans cette classe 10 une majorité d'électriciens.

Cette première difficulté fut donc ainsi résolue. Pour vous donner une idée des mesures fantaisistes qu'on employait parfois en électricité

médicale avant le Congrès de 1881, voici deux simples cas : un médecin très distingué fait installer dans son établissement une forme de courant dont je lui avais signalé les bons effets physiologiques. Après usage suffisant, il me prie de visiter la dite installation. Je m'y rends un beau matin, et, en son absence, je suis reçu par son second.

— Votre rendement ne doit pas être fameux, dis-je après examen.

— Détrompez-vous, me répliqua-t-il fort naïvement, il est de 20 f par bain.

Autre leçon qui fut donnée un jour à GAIFFE. Il applique à un malade un courant de pile qui refuse de passer : — Rien d'étonnant, affirme un médecin présent, au lieu d'être rouge et vert, vos deux rhéophores sont de même couleur, donc du même pôle.

J'avais décidément de bonnes raisons, il y a cinquante ans, pour faire assister mes confrères au Congrès d'Electricité.

La Commission d'Electrophysiologie du Congrès nous ménagea d'autres surprises.

D'abord son Président, M. DU BOIS-REYMOND, nous dit qu'il ne reconnaissait pas l'opportunité du débat ; mieux éclairé, il changea d'avis. Au cours de la discussion, je proposai d'employer un galvanomètre et un électromètre parfaits pour nos mesures spéciales.

Comme galvanomètre, le DEPREZ-D'ARSONVAL n'eut aucun succès ; il s'est rattrapé depuis.

Quant à l'électromètre LIPPMANN, le Président lui reprocha de présenter une trop forte polarisation, à notre grand étonnement.

Je fis signe à LIPPMANN qui répondit : « Cette polarisation constitue précisément le principe de l'appareil. C'est elle qui s'oppose au passage de tout courant d'un potentiel inférieur à celui du mercure et en fait un électromètre et non un galvanomètre. »

On trouvera de plus amples détails de toutes ces discussions dans le compte rendu officiel des séances des 22 et 23 septembre de la Commission d'Electrophysiologie qui, finalement, adopta nos propositions à l'unanimité.

De ce Congrès, j'ai retenu une réflexion assez typique de GRAMME. FROELICH faisait une Conférence sur la machine du célèbre inventeur. J'y assistais, assis entre lui et HIPPOLYTE FONTAINE. A la fin de la Conférence, GRAMME se réveille et, contemplant mélancoliquement le tableau chargé d'équations : « Ah ! Docteur, s'écrie-t-il, je n'aurais jamais inventé ma machine s'il m'avait fallu comprendre tous ces porte-manteaux ! » C'est ainsi qu'il désignait les intégrales.

Comme je le rappelais plus haut, le journal *La Lumière Electrique* servit de point de ralliement aux pourparlers qui précédèrent l'Exposition de 1881.

Pendant qu'au dehors, son fondateur tâchait de grouper tous les concours utiles à cette manifestation, la rédaction du journal travaillait ferme à l'intérieur, sous l'impulsion de son directeur scientifique, le Comte DU MONCEL.

A la rédaction, on éprouvait donc le besoin naturel de se détendre l'esprit par moments. Ce fut chose facile, avec des rédacteurs aussi primesautiers que l'étaient FRANCK GÉRALDY, HOSPITALIER, GUÉROUT, NAPOLI, PAUL CLEMENCEAU, ABDANK-ABAKANOVICZ, etc. Les savants les plus réputés, Sir WILLIAM THOMSON lui-même, ne dédaignaient pas d'assister à ces débauches d'esprit !

C'est dans ce milieu que naquit entre autres une première Société d'Electricité dont le moment est venu de vous révéler l'existence posthume.

Nous étions débordés par une certaine copie, qui, largement payée, foisonnait de redites, de banalités ou d'erreurs. Il fallait l'éliminer, mais perdre son temps à la lire. « Nous pourrions, suggéra HOSPITALIER, former une société spéciale de tous ces indésirables et la baptiser : *Le Rasoir.* » Cette Société est morte avec HOSPITALIER. Ses membres n'ont jamais su qu'ils en faisaient partie, jamais non plus ils ne se sont connus entre eux ; c'est donc le modèle des Sociétés ultra-secrètes.

Peut-être pourrions-nous lui donner comme épitaphe cette variante du sonnet d'ARVERS :

> Mon âme eut son secret,
> Ma vie eut son mystère.

Pendant que le Congrès discutait des unités électriques, nos joyeux rédacteurs en imaginaient de leur côté. Il en est une qui eut un grand succès. C'était, dans une expression à double sens, un hommage rendu à un animateur que nous aimions tous. En contemplant le petit tramway électrique de SIEMENS, on prévoyait l'avenir de la traction électrique. On proposa donc de remplacer l'expression tonne-kilomètre qui n'indique en rien la nature du moteur par le nom de MASCART. Vous saisissez le jeu de mots (1).

Chacun de nous s'ingéniait à trouver d'originales applications de l'électricité. Il en est une, le traitement de la mélancolie, qui tant à Paris qu'à Munich nous valut d'éclatants succès de propagande française.

Mais c'est là une autre histoire que je réserve pour votre centenaire.

Actuellement, Messieurs, ma cure de rajeunissement en famille est terminée.

En résumé, les pages si spirituelles qu'on vient de lire nous ont fait assister à la genèse et de l'Exposition de 1881 et du Congrès Scientifique qui, toute sa durée, la doubla — ainsi qu'à la naissance du journal *La Lumière Electrique*, qui les prépara, les soutint et, par la suite, en continua puissamment l'œuvre amorcée. C'est de cet élan que devait naître, en 1883, l'importante

(1) Massc-car.

Société Française des Electriciens, dont nous venons de voir le discours de M. D'ARSONVAL commémorer le cinquantenaire, et que devaient naître aussi quelques années plus tard — fondation de la dite Société — d'abord le « Laboratoire Central d'Electricité » (1888), et puis, en 1894, cette « Ecole supérieure d'Electricité » d'où sont sortis tant de remarquables travaux et d'illustres élèves. Longtemps établie rue de Staël, à Paris, elle occupe maintenant les beaux bâtiments spécialement édifiés à son usage, avenue Pierre-Larousse, à Malakoff, et avait tout dernièrement encore pour directeur le regretté PAUL JANET. En parallèle, nous signalerons encore à cette occasion — comme étant même antérieure, puisque créée en 1882, au lendemain de l'Exposition — l' « Ecole supérieure de Physique et Chimie », sise à Paris, rue Vauquelin, dont le directeur actuel est le professeur LANGEVIN, et qui peut revendiquer pour l'un de ses fondateurs DE LANESSAN, comme l'Ecole Supérieure d'Electricité revendique CH. MASCART. Elles sont donc en quelque sorte les prolongements actuels vivaces de cette fameuse Exposition de l'Electricité dont nous venons de voir les origines.

Mais, en « se réduisant », dans cette Exposition et ce Congrès, aux quelques souvenirs pittoresques ci-dessus évoqués, M. D'ARSONVAL fait vraiment preuve d'un extraordinaire effacement et d'une modestie qui est inacceptable.

N'eût-il été représenté pour son compte personnel, à l'Exposition même, que par ses fameux galvanomètres apériodiques, qu'il présenta avec MARCEL DEPREZ, que la présence de ce nouvel instrument de mesure si précis et si perfectionné, dont toute l'industrie allait profiter, eût été déjà d'un singulier mérite. Mais on y voyait encore les microphones et téléphones ci-dessus décrits et les premiers appareils électro-médicaux réglables et mesurables imaginés par lui. Mais surtout : si la nécessité de « mesures électriques unifiées » permettant de s'entendre et de se comprendre entre savants et techniciens maniant la même force, de comparer leurs expériences en parlant le même langage, fut impérieusement posée, si la réalisation de ces « unités » fut énergiquement menée et définitivement acquise, si des appareils de précision nouveaux *étalonnés sur ces bases* singularisèrent, entre mille autres choses, cette Exposition de 1881, ce fut bien... un peu — ou plutôt : pour beaucoup — au labeur et à l'entêtement obstinés du jeune Secrétaire des séances, M. D'ARSONVAL, qu'on le dut. Il suffira, pour s'en convaincre et en mesurer l'importance, de se re-

porter à la *Revue Scientifique* du 3 décembre 1881, contenant le compte rendu de la discussion de la Commission Internationale d'Electrophysiologie au Congrès de 1881. Nous nous contenterons ici de cette note de M. D'ARSONVAL en son Exposé de Titres et Travaux de 1894, page 73 :

« J'ai publié cette discussion en qualité de secrétaire de la Commission et pour répondre à une réclamation très juste que M. GAIFFE avait faite au sujet du rapport publié par M. DU BOIS-REYMOND dans le même journal. En dehors des idées échangées, on voit que c'est sur mon insistance réitérée que les électrothérapeutes allemands ont adopté les appareils gradués en unités C. G. S. Je dis de plus, dans cet article, que la connaissance de l'intensité du courant employé en électrothérapie n'est pas suffisante pour le caractériser, mais qu'il faut connaître aussi la *chute* de potentiel entre les électrodes, ainsi que la *durée* et les *phases* de cette chute. » On y trouve la première mention de la « caractéristique d'excitation », question de premier plan en électricité, question soulevée et résolue par M. D'ARSONVAL et que nous retrouverons plus loin.

Mais déjà, et en attendant, il nous faut faire ressortir que, de même que nous avons vu les enregistrements cardiographiques suivre l'apparition du principe du « galvanomètre astatique à cadre mobile », de même les explorations galvaniques et faradiques des muscles et des nerfs (base des précieux examens dits : d'électro-diagnostic) allaient se trouver grandement bénéficiaires de toutes ces données nouvelles et en particulier de l'étalonnement adopté en unités identiques. Depuis lors, d'énormes progrès certes, et des acquisitions nouvelles en électro-exploration des tissus, ont fait substituer de bien plus délicates et bien plus précises recherches (telles que celles dites : de « chronaxie ») aux précédentes explorations galvano-faradiques des muscles et des nerfs. Les remarquables travaux du professeur LOUIS LAPICQUE, successeur de DASTRE à la chaire de physiologie de la Sorbonne, et collègue de M. D'ARSONVAL à l'Académie des Sciences, et de M[me] LAPICQUE, ont fondé là une méthode toute nouvelle et dont les services sont considérables (1). Mais si nous nous pla-

(1) J'ai, dans mon ouvrage : « POUR COMPRENDRE NOS SYSTÈMES NERVEUX », ainsi exprimé en note cette méthode nouvelle (qui demande au surplus, pour être pénétrée, une initiation toute particulière) :

« La *chronaxie* est une *mesure* moderne de l'excitabilité des tissus neuro-

çons seulement à un point de vue d'ensemble et au début de l'électro-physiologie, il demeure qu'en 1881 les bases et les possibilités de justes mesures électriques vraiment scientifiques étaient fondées, grâce à la ténacité et à la persévérance de M. D'ARSONVAL, et que le principe de tout ce qui fut possible par la suite naquit des discussions d'alors.

Il est enfin un autre signalé service qu'en cette Exposition et en ce Congrès il rendit à la branche industrielle même de l'Électricité, service qu'on ne saurait trop souligner. C'est — nous l'avons annoncé — en se vouant à la défense d'une idée neuve qui paraissait au collègues de son auteur : MARCEL DEPREZ, un paradoxe et presque un défi au bon sens ! puisque l'affirmation par l'illustre ingénieur que le transport de l'électricité et son rendement « ne devaient être aucunement gênés par la distance ».

Or, c'était là : ce transport de l'énergie électrique à distance, un problème qu'abordait — avec quelle timidité encore ! — le cadre même de l'Exposition. Pour bien faire comprendre cette question, il n'est pas inutile d'en rappeler rapidement les grandes étapes, en allant précisément chercher, dans le discours tout à l'heure rapporté de M. D'ARSONVAL, trois noms précurseurs évo-

Ce sont, par ordre chronologique, les noms de ZÉNOBE GRAMME, d'HIPPOLYTE FONTAINE et enfin de MARCEL DEPREZ, le définitif débobinage dans un champ électro-magnétique (électricité de mouvement), et dans sa *retransformation à grande distance* sous forme d'énergie motrice.

Ce sont, par ordre chronologique, les noms de ZÉNOBE GRAMME, d'HIPPOLYTE FONTAINE et enfin de MARCEL DEPREZ, le définitif découvreur de la solution pratique du problème. M. D'ARSONVAL les a connus et approchés tous les trois de très près et nous verrons

---

» musculaires qui « chiffre », en « *temps de passage* » (chronos, temps) de
» l'ordre de millièmes de secondes, les sensibilités diverses de ces tissus au
» courant électrique continu, celui-ci étant conventionnellement porté à
» « *l'intensité* » double de celle nécessaire pour obtenir le seuil d'excitation
» par le moyen de l'ancien électro-diagnostic. Par rapport à cet ancien pro-
» cédé, on peut dire que la « chronaxie » est ce qu'une mesure scientifique
» précise est à une appréciation grossière et empirique. Et comme la « chro-
» naxie » est fonction de toutes les propriétés physiologiques et biologiques des
» tissus, elle varie dès que ces propriétés présentent la moindre altération. Sa
» recherche constitue donc le meilleur moyen de dépistage du début des
» maladies nerveuses et musculaires et le meilleur guide dans la conduite des
» traitements... »

même comment il s'institua en 1881 et 82 le défenseur ardent de la solution DEPREZ a priori attaquée par toutes les compétences de l'époque — avec l'immense satisfaction d'en voir le triomphe.

Pour ce qui est d'abord du « Père GRAMME », c'est bien souvent que M. D'ARSONVAL nous a conté ses souvenirs sur ce modeste ouvrier rampiste, d'origine belge, mais venu travailler à Paris, et qui — ayant été, vers 1860, faire une installation de rampes au phare de la Hève près du Havre, et y ayant vu

(Cliché de l'Histoire de la Nation Française).

Fig. 59. — L'ouvrier « rampiste » ZENOBE GRAMME, inventeur de la première dynamo industrielle, en 1869.

les machines magnéto-électriques de la Compagnie l'Alliance (fig 61), par lesquelles on avait, en 1855, substitué l'éclairage par l'arc électrique aux précédentes lampes à huile — était depuis hanté par le « dada » de l'électricité. Il s'en instruisait à ses moments perdus, surtout par la fréquentation des cours du soir, et bricolait tant qu'il pouvait avec tous les bouts de fil, toutes les bobines, etc... qu'il se procurait.

Travaillant un jour à placer des rampes à l'orfèvrerie Christofle, nous dit M. D'ARSONVAL, le Père GRAMME, qui était la minutie

et la propreté même, fut « dégoûté » de voir les bacs plus ou moins verdegrisés des piles fournissant le courant continu pour la galvanoplastie des couverts Christofle, et il eut ce mot charmant aux ouvriers : « Vous ne pourriez donc pas faire de l'électricité plus proprement ? » Et c'est en cherchant lui-même à faire proprement — et autrement que par des piles — ce courant continu, et en promenant pour cela ses aimants sur ses bobines qu'il réussit, en 1870, la « combine » de produire directement ce cou-

(Cliché de l'Histoire de la Nation Française).

Fig. 60. — Revers de la médaille commémorative de ZENOBE GRAMME.

rant : par rotation, entre les deux mâchoires d'un électro-aimant, (fig. 62) d'un anneau de fer doux gainé d'un enroulement de fil de cuivre, enroulement disposé de telle façon que le courant qui en sortait lorsqu'on entraînait mécaniquement l'anneau était du courant continu. Il y a lieu cependant de faire remarquer que le principe de l'anneau dit de GRAMME avait été, dès 1860, énoncé, mais sans réalisation pratique, par l'étudiant italien PACCINOTTI.

Quoi qu'il en soit c'est « le Père » GRAMME qui, du coup, venait de substituer aux lourds et malpropres générateurs de courants continus à bacs chimiques, ainsi qu'aux non moins lourdes et en-

combrantes machines à aimants fixes chargeant des bobines tournantes (type magnéto l'Alliance) déjà dépassées d'ailleurs par les premiers « électro-aimants » substitués aux aimants fixes (premières « dynamos » expérimentales de WILDE et de LADD), c'est donc le Père GRAMME qui venait de leur substituer la merveilleuse dynamo (fig. 62) dans laquelle l'*anneau ingénieusement bobiné*, tournant *entre* les mâchoires de l'électro-aimant, allait désormais remplacer les précédentes *bobines droites* (de WILDE et de LADD) évoluant *devant* un champ électro-magnétique. Et c'est « le Père »

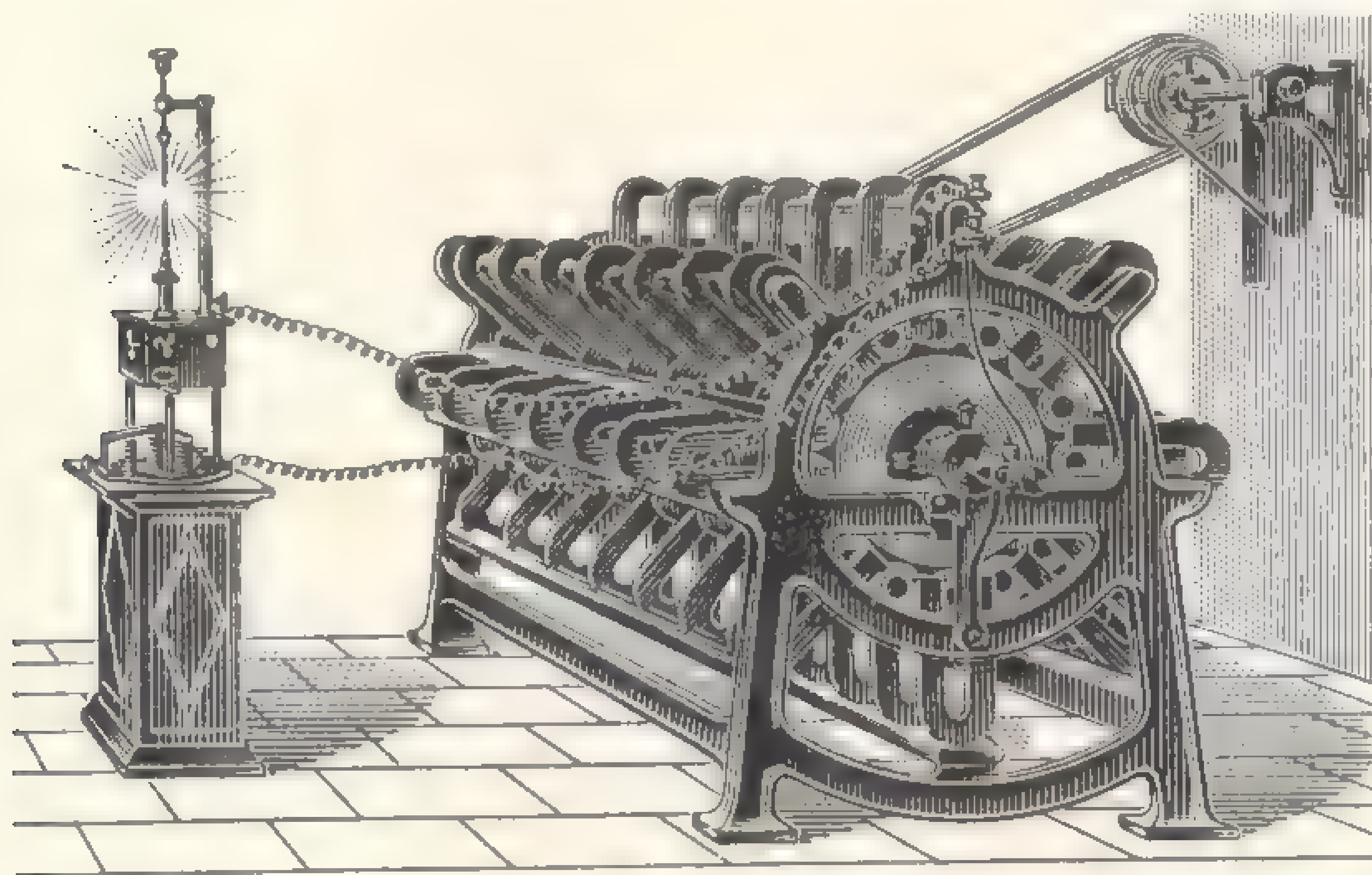


Fig. 61. — La grande « magnéto » de la Cie l'Alliance qui servit longtemps à l'éclairage des phares par l'arc électrique : une soixantaine d'*aimants* disposés en rayons autour d'un axe bobinaire dont l'entraînement fait passer les *bobines* devant les pôles des aimants.

GRAMME que nous venons d'entendre dire à M. D'ARSONVAL, à une séance du Congrès de 1881, à propos des « intégrales » savantes de FRÖLICH expliquant sa machine : « S'il m'avait fallu savoir tout cela, je ne l'aurais jamais inventée ! »

Et maintenant : HIPPOLYTE FONTAINE. C'est qu'en effet, la machine GRAMME n'avait été conçue par son constructeur que pour pratiquement obtenir du continu par rotation mécanique d'un enroulement bobinaire dans un champ magnétique (comme conséquence d'ailleurs des courants observés par ARAGO dès 1820 dans un solénoïde qu'on déplace dans ces mêmes conditions).

Mais il n'était jamais venu au « Père » GRAMME l'idée qu'on pût un jour, envoyant du courant continu de générateur chimique ou de sa propre machine dans l'enroulement immobile d'une machine jumelle, voir celui-ci se mettre à tourner, par une réversion singulière des deux ordres de phénomène. C'est HIPPOLYTE FONTAINE qui découvrit par le plus grand des hasards cette admirable réversibilité qui allait faire de la machine GRAMME une *génératrice de mouvement* tout aussi bien qu'une *génératrice*

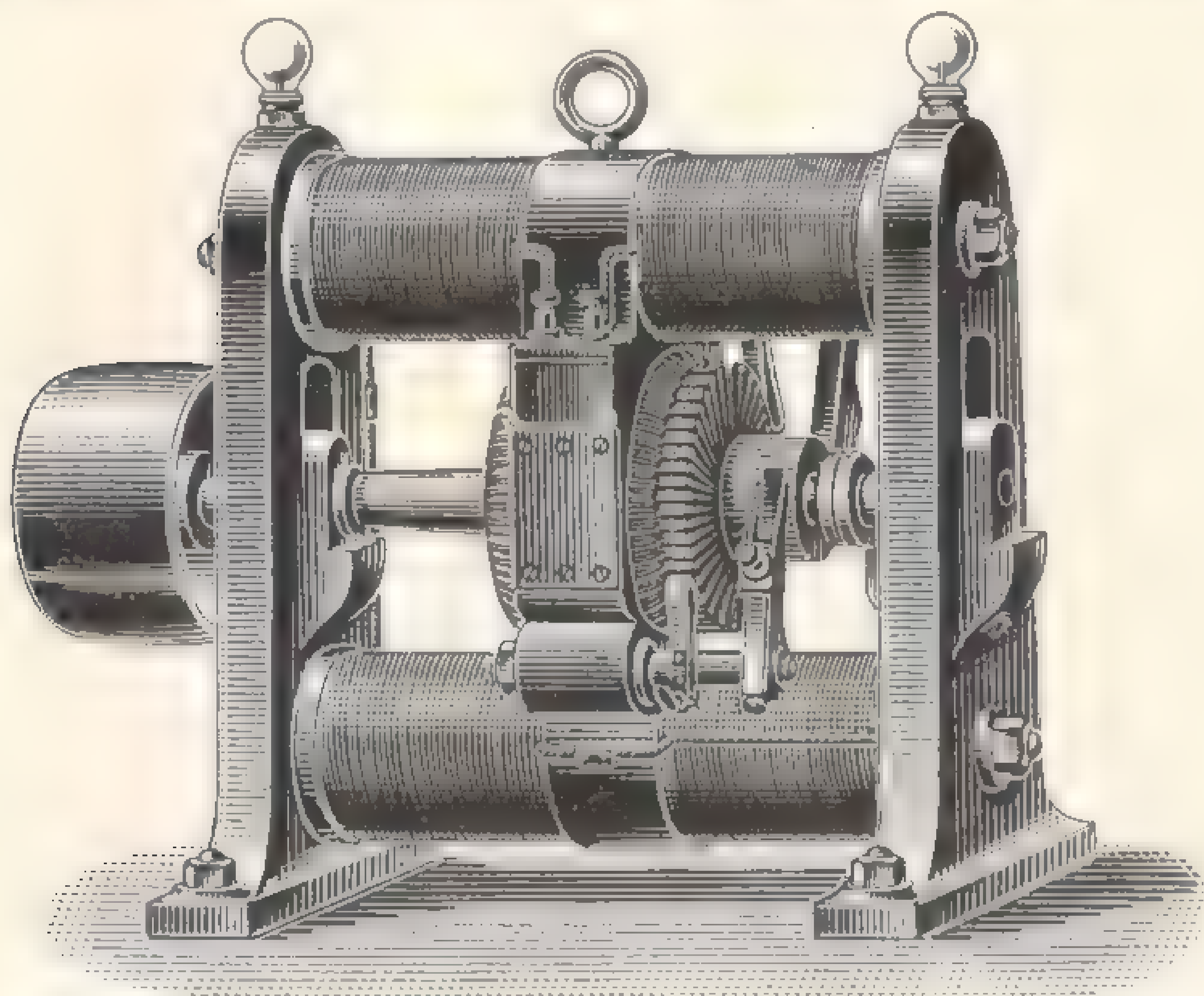


Fig. 62. — La « dynamo Gramme » : au centre, un *anneau bobinaire* à enroulement juxtaposés aboutissant au *collecteur* segmenté sur lequel frottent les *balais* — le tout entraîné par le volant à poulie, entre les deux mâchoires ou pôles des *électro-aimants* sur et sous-jacents.

d'électricité, selon qu'on l'alimente en électricité dans le premier cas, en mouvement dans le second.

C'est en 1873, à l'Exposition d'Electricité de Vienne, que se produisit ce *hasard heureux* bien observé d'HIPPOLYTE FONTAINE, alors attaché à l'exploitation des Machines GRAMME : hasard heureux qu'il répéta et qui fit faire à la question un pas en avant considérable.

Voici donc ce que l'ingénieur FONTAINE constata : une machine

GRAMME était en préparation au stand de l'Exposition pour donner, comme on le lui demandait, de l'électricité éclairante, cependant qu'une autre GRAMME avait été placée dans le voisinage afin d'être utilisée à son tour aux mêmes fins. Or, voilà que, par suite de l'erreur d'un ouvrier, le fil conducteur de cette seconde machine se trouva branché sur la première et alors, quand on mit celle-ci en action, on vit, avec stupéfaction, la seconde machine se mettre en mouvement sous l'action du courant électrique venant de son aînée. Au lieu de produire de la lumière, la machine dynamo électrique n° 1 mettait en mouvement la dynamo voisine n° 2, sa cadette qu'on lui avait reliée par erreur.

Ainsi que l'a écrit le DOCTEUR LOUIS FIGUIER, l'éminent vulgarisateur, dans les « Mémoires » du temps (1) :

L'enseignement donné par le hasard ne fut point perdu. M. H. FONTAINE rendit bientôt témoins de cette expérience remarquable les ingénieurs et amateurs d'électricité qui se trouvaient à l'Exposition de Vienne. La machine principale était actionnée par un moteur à gaz. L'électricité produite était transmise, à travers un câble de 1.000 *mètres* de longueur à une seconde machine, identique à la première. Cette machine réceptrice, excitée par le courant transmis, tourna et fit fonctionner une pompe centrifuge. Cette expérience mémorable fut répétée devant l'Empereur d'Autriche le jour de sa visite à la Section française, le 3 juin 1873.

Il semblait donc que le problème du transport de l'énergie électrique à distance se trouvât, *ipso facto*, résolu, puisqu'on pouvait concevoir qu'en faisant produire du courant à une machine dynamo-électrique commodément disposée près d'une chute d'eau, d'un foyer calorique, etc..., et en conduisant au loin ce courant par des fils à une machine semblable installée, elle, près d'un poste d'utilisation : culture, scierie, etc..., on aurait ainsi à pied d'œuvre une puissance *motrice* alimentée par le courant de la première génératrice lointainement installée à la source même de l'énergie hydraulique ou calorique. Oui, mais, pour tous les techniciens de l'électricité, une « paille » majeure se rencontrait à la réalisation de ce beau rêve et c'était : les pertes considérables d'énergie électrique en cours de route, tout le long de la ligne de transport, du fait de la résistance à l'écoulement dans les fils conducteurs.

---

(1) Docteur LOUIS FIGUIER : Les Nouvelles Conquêtes de la Science.

Pour dominer cette résistance, on n'envisageait pas alors d'autre solution que l'augmentation de la grosseur du fil, proportionnellement à la distance, en élargissant ainsi en quelque sorte le calibre de l'écoulement. Mais alors tous les calculs arrivaient à exiger, pour des distances relativement minimes, des fils si invraisemblablement gros que le poids et le prix de ces fils devenaient un obstacle insurmontable à la réalisation pratique d'un transport lointain. Ou bien alors, il fallait, pensait-on, après de courtes distances sur un fil de section relativement restreinte, régénérer du courant en un nouveau poste producteur qui le portait un peu plus loin pour alors encore recommencer. Mais on voit d'ici revenir la prohibition du prix. Et c'est ce qui apparaissait bien pour le petit tramway électrique Siemens qui, sur quelques centaines de mètres seulement, effectuait un service de voyageurs de la place de la Concorde à l'entrée de l'Exposition, par le Cours-la-Reine.

Or, voici que cette même année 1881, MARCEL DEPREZ (troisième nom de la belle histoire que nous évoquons) osait avancer que ses calculs et ses méditations lui faisaient concevoir que le transport de l'électricité à une distance quasi illimitée devait être possible, sans augmentation de la section du fil, à la condition qu'on substituât à la conception « intensité » du courant initial, *seule alors prise en considération*, la notion de sa « tension », de son voltage, autrement dit de sa hauteur initiale de chute. Car de même, disait-il, que par *un mince filet d'eau* transmettant en un tuyau une pression initiale considérable, on arrive à avoir au bout une pression pouvant actionner de formidables presses hydrauliques, de même on doit pouvoir, avec un *mince filet d'électricité*, mais porteur au départ d'une tension énorme, forcer la résistance des fils minces et avoir à une distance quasi indéfinie un bon rendement utilisable. Pour lui donc, tout le problème consistait à se créer à l'origine une grosse tension.

Pendant toute l'Exposition et le Congrès, il y eut, entre savants y prenant part, une bataille de chiffres, une polémique « polytechnicienne » où les augures arrivaient à conclure péremptoirement que MARCEL DEPREZ et son jeune paladin D'ARSONVAL étaient quelque peu fous.

M. D'ARSONVAL, en effet, menait depuis quelque temps une vigoureuse campagne au service des idées de DEPREZ, campagne qui s'était particulièrement affirmée dans la polémique par lui engagée contre un homme, le Docteur GUSTAVE LE BON, qui eut toute

sa vie une puissante envergure intellectuelle, embrassa des champs d'activité étendus et divers, mais n'eut pas toujours, sur tous les chapitres qu'il aborda, la « solidité de base » que le pur savant de Science est en droit de réclamer.

Les passes de cette polémique sont tellement caractéristiques de l'exigeant génie qu'était déjà M. D'ARSONVAL ; et « l'humour » qu'il y déploie parfois l'est aussi tellement de la forme toujours pittoresque de son esprit que nous sentons l'impérieuse nécessité de rapporter ici les traits principaux de cette controverse, d'autant que le sujet en lui-même est d'importance **puisque marquant l'ouverture d'une révolution scientifique et de toute notre actuelle évolution industrielle et sociale.**

C'est à l'occasion d'un article publié par GUSTAVE LE BON dans la *Revue Scientifique* du 27 août 1881, que le jeune préparateur engage la bataille. Et on va voir avec quelle virtuosité et quelle puissance de logique il démolit l'adversaire, asseyant, tout à la fois sur des raisons mathématiques et sur des preuves expérimentales, l'avenir que, lui, entrevoit et prédit, en face des conceptions erronées qu'il vient de jeter à terre.

Dans un premier article (*Revue Scientifique* du 17 septembre 1881), M. D'ARSONVAL s'attaque à un certain nombre de solutions que GUSTAVE LE BON, soucieux des problèmes qu'arrivera à poser un jour l'épuisement de mines de charbon ou autres réserves terrestres, vient de proposer, et il « tombe », en compagnie de plusieurs autres, celle de ces solutions qui apparaît à LE BON comme l'idéale : à savoir « l'air comprimé » dans des cylindres et ceux-ci mis partout à la disposition des consommateurs.

Voici le début et les principaux passages de ce premier article :

L'UTILISATION DES FORCES NATURELLES

Avenir de l'Electricité par M. A. D'ARSONVAL

Dans un intéressant article sur l'utilisation des forces naturelles, M. GUSTAVE LEBON arrive à cette conclusion : les gaz comprimés seront sans doute la « force motrice de l'avenir ».

De plus, après avoir emmagasiné la force sous forme de gaz comprimés, le même écrivain propose d'opérer le transport des forces naturelles en expédiant ces réservoirs avec la même facilité qu'on transporte des sacs de blé ou des barils de vin : ce sont ses propres expressions.

L'auteur n'attache qu'une médiocre importance à l'emploi de l'élec-

tricité pour résoudre ces trois problèmes d'une importance capitale :

1° Utilisation des forces naturelles ;

(Cliché Vizzavona.)

Fig. 63. — L'étonnant « solutionneur » du transport de l'énergie électrique à distance sans augmentation proportionnelle de la section du fil : l'ingénieur français MARCEL DEPREZ, dont M. D'ARSONVAL fut le champion (d'après le portrait peint par CORMON, 1884).

2° Leur emmagasinage ;

3° Leur transport à distance.

J'ajouterai un quatrième problème non moins intéressant : la division de la force, que cet auteur passe sous silence.

*
* *

Je suis bien loin de partager les idées que M. LE BON se fait sur les moteurs de l'avenir. Je dirai même que je ne considère pas le système qu'il propose comme un progrès.

M. LE BON s'inquiète de la situation que fera à nos arrières-neveux l'épuisement des gisements de houille. Il n'y a pas à se préoccuper, même pour nous, de cette éventualité

Dans le numéro du 3 juillet 1881 de la *République Française*, j'écrivais :

Nous pourrons en effet, dès aujourd'hui, brûler en toute sécurité notre dernier bloc de houille ; nous ne mourrons pour cela ni de froid ni de faim.

Notre industrie n'en aura pas moins un moteur, les wagons continueront à voler sur les rails de nos chemins de fer, et nos vaisseaux à fendre les flots.

Nous aurons malgré tout à notre disposition : force, chaleur, lumière, et cela sans charbon, sans combustion, sans fumée, et même, chose plus merveilleuse encore, sans matière grossière qui tombe sous les sens.

Quel est donc l'agent mystérieux capable de réaliser cet incroyable et surnaturel programme ?

Cette bonne et merveilleuse fée, c'est l'électricité, c'est elle qui est appelée à donner et qui donnera, au Palais de l'Industrie avant un mois, ces résultats fantastiques.

Je n'ai rien à changer à ces conclusions, au contraire. Les découvertes faites depuis ce moment les outrepassent. C'est l'électricité qui doit donner la solution pratique des quatre problèmes énoncés ci-dessus, et j'ajouterai : l'électricité seule est capable de le faire.

Je vais essayer de démontrer cette vérité qui n'est plus *un rêve*, comme quelques-uns encore le croient, mais bien une belle et bonne *réalité*, bien tangible et toute matérielle. Il est vrai que la solution est tellement récente, qu'elle est à la fois si simple et si pratique, qu'à moins de suivre chaque jour passionnément l'état de la question, il est permis de l'ignorer.

*
* *

Et d'abord, revenons aux gaz comprimés comme réservoirs transportables de force.

M. LE BON passe sous silence, ne le connaissant pas sans doute, le moyen le plus élégant et le plus parfait d'utiliser les gaz comprimés comme force motrice.

Ce moyen est dû à un homme qui réunit en lui deux qualités s'excluant en général ; il est à la fois un théoricien de premier ordre,

cultivant l'abstraction, et un inventeur fécond, traduisant sous forme matérielle et pratique le résultat de ses théories : j'ai nommé MARCEL DEPREZ.

L'on sait que, dans la pratique, la pierre d'achoppement de tous les moteurs à air comprimé est le froid qui résulte de la détente du gaz. Ce froid précipite la vapeur d'eau à l'état de neige dans les cylindres, ce qui entrave considérablement leur fonctionnement.

Tel est le cas des tramways à air comprimé du type MEKARSKI et l'on connaît les moyens proposés par cet ingénieur pour remédier à l'inconvénient ci-dessus mentionné.

M. DEPREZ augmente considérablement la quantité de force emmagasinée dans ces mêmes réservoirs et supprime totalement les effets fâcheux de la détente, en remplaçant l'air ordinaire par du *gaz d'éclairage*. Ce gaz d'éclairage agit non seulement comme gaz comprimé à la manière de l'air ordinaire, mais aussi comme corps combustible. Il vient se brûler dans un moteur à gaz système OTTO, qui constitue l'engin moteur du tramway.

Or, le gaz d'éclairage donne pratiquement 1 cheval-vapeur pendant une heure pour un mètre cube de gaz. *Ce travail vient s'ajouter à celui qui résulte de l'action du gaz en tant que gaz comprimé.* Le gaz, *à poids égal*, donne presque deux fois plus de force que la houille, car un mètre cube de gaz ne pèse que 650 grammes, et donne la même force que un kilogramme de charbon de terre...

Voilà, à ma connaissance, le moyen pratique qui permet d'emmagasiner le maximum de force sous le minimum de poids.

Puis M. D'ARSONVAL discute l'emploi d'autres gaz proposés : oxyde de carbone, hydrogène, etc..., et, de façon amusante, envisage encore d'autres solutions que nous ne pouvons passer sous silence, puisque l'une d'elles a inspiré la fameuse tentative de CLAUDE et BOUCHEROT sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers. Il est, en effet, singulièrement curieux de voir, dès 1881, M. D'ARSONVAL écrire ce qui suit :

Puisque nous en sommes à chercher des moyens pour utiliser les forces naturelles, je vais en signaler un avant d'arriver à l'électricité à laquelle, pour moi, je le répète, appartient l'avenir.

Supposons que nous mettions une chaudière à vapeur dans l'eau du puits de Grenelle qui est à 30° je crois. Mettons, d'autre part, le condenseur de la machine en rapport avec l'eau de la ville qui a une température moyenne de 15° ; la chute de chaleur est 15°.

Garnissons la chaudière avec de l'acide sulfureux liquide ou tout autre gaz liquéfié. Je prends l'acide sulfureux parce qu'on le produit industriellement et qu'il n'attaque pas du tout les organes d'une machine, témoin les appareils RAOUL PICTET.

Dans la *chaudière*, l'acide sulfureux aura une tension égale à 343 centimètres de mercure ; cette tension sera seulement de 206 cm. 5 dans le *condenseur*, d'après les mesures de REGNAULT. La différence de pression sera donc de 136 cm. 5 centimètres de mercure...

Nous avons ainsi dans la chaudière une pression continuelle et utilisable de près de deux atmosphères qui ne *nous coûte rien*.

Mais la nature réalise-t-elle fréquemment ces conditions ? Certes, les sources chaudes ne manquent pas, mais nous avons encore d'autres mines de chaleur sous forme de *calories négatives* ; je veux parler de la neige et des glaciers.

Nous pouvons mettre notre condenseur dans un glacier et plonger la chaudière dans une rivière à 15°. Nous aurons encore une chute de chaleur de 15°...

L'idéal serait de mettre la chaudière dans les mers équatoriales, et le condenseur aux pôles.

Mais point n'est besoin de faire un si long trajet ; nous savons en effet que, même à l'équateur, le fond de la mer est à 4° centigrades. Il suffirait donc de placer la chaudière à la surface de l'eau et le condenseur à un millier de mètres au-dessous, pour trouver une différence de température suffisante. On pourrait également utiliser la chaleur centrale du globe en adoptant la disposition inverse.

Et après avoir envisagé, de façon plaisante, d'autres moyens encore, il conclut ainsi son article :

Je m'arrête dans l'énumération des moyens qu'on pourrait proposer pour utiliser les forces naturelles, je craindrais d'empiéter sur le terrain de M. JULES VERNE.

Il y a loin du possible au pratique. *Mais quel que soit le moyen employé pour utiliser comme moteur une force naturelle, ce n'est qu'en la transformant sur place en énergie électrique qu'on peut l'emmagasiner ou la transporter économiquement et pratiquement à toutes distances*. C'est ce que je démontrerai dans un prochain article.

*
* *

Dans ce second article (*Revue Scientifique* du 29 octobre 1881), en réponse à la réponse de LE BON, du 8 octobre, M. D'ARSONVAL s'amuse d'abord à jeter bas certaines autres vues hypothétiques encore mises en avant par l'adversaire. (Voir dans la *Revue Scientifique* cette nouvelle discussion fort intéressante, mais dans le détail de laquelle nous ne pouvons entrer ici.)

Puis, avant d'en venir à la solution qui lui tient à cœur : la solution électrique, il achève le procès de l'air comprimé cher entre tous à GUSTAVE LE BON, et cette fois du point de vue de sa fameuse canalisation à grande distance.

J'arrive à présent, écrit-il, au dernier projet de M. LE BON : la canalisation de l'air comprimé. L'auteur ne recule pas devant l'installation de centaines de kilomètres de tuyaux de fonte de très grand diamètre. Il lui faut, de plus, des compresseurs au point de départ avec d'immenses réservoirs sous pression. Il y a là des difficultés pratiques insurmontables. On a bientôt établi une gigantesque canalisation sous pression sur le papier ; en pratique, il en est tout autrement. On est obligé, à cause des fuites, de donner à l'air de faibles pressions dans les tuyaux.. On cesse de s'en étonner lorsqu'on réfléchit que la moitié du gaz d'éclairage se perd par les fuites de conduites, et pourtant ce gaz n'a que quelques centimètres d'eau de pression. Il est bien plus facile d'établir une canalisation étanche pour les liquides. Cet inconvénient est si bien connu des praticiens que l'habile ingénieur de la nouvelle Société dont je parlais ci-dessus, M. TATIN, renonce complètement à transmettre la force *par compression de l'air* dans l'intérieur de Paris. Il préfère *faire le vide* dans la canalisation et utiliser comme force motrice la pression atmosphérique. Tous les expérimentateurs savent, en effet, qu'il est bien plus facile de faire garder le vide que la pression a un réservoir quelconque.

Par ce procédé on a également l'avantage d'empêcher les dépôts de givre dans les cylindres des machines.

Voilà ce que répond la pratique sur ce sujet. Mais supposons qu'en fonctionnant à deux atmosphères seulement on évite les fuites, M. LE BON veut-il nous faire connaître quel sera le diamètre de la canalisation transportant cent chevaux-vapeur seulement à cent kilomètres ?

Il sera effrayé lui-même de l'énormité de son devis et il n'est pas une Société financière qui ne reculât devant le chiffre d'une pareille addition...

Faisons la part belle à M. LE BON, et supposons qu'il arrive à réaliser une canalisation parfaitement étanche sous forte pression. Cette installation sera encore infiniment plus coûteuse qu'un fil télégraphique, car nous verrons plus bas qu'un simple fil télégraphique ordinaire en fer suffit pour transporter plus de quinze chevaux-vapeur à cinquante kilomètres de distance...

Et puis : Ayant chez moi une prise d'électricité, j'ai à volonté la force, la chaleur, la lumière. Je puis fondre les métaux par fusion ignée ou les déposer de leurs solutions par l'électrolyse. Cela est si vrai que même actuellement, en employant comme générateur de force la machine à vapeur, on réalise une grande économie en fondant un métal par l'électricité...

Quant aux dépôts de métaux, c'est par dix mille kilos, en vingt-quatre heures, que certaines usines les effectuent actuellement à l'aide de l'électricité, comme on peut le voir à l'Exposition.

S.

Il me reste à démontrer que rien n'est plus simple et plus facile que le transport *à toutes distances* de l'énergie électrique.

Nous voici donc au point crucial de cette mémorable discussion. L'électricité ? M. D'ARSONVAL commence par montrer à GUSTAVE LE BON que sa documentation scientifique sur ce sujet est aussi pauvre, superficielle et remplie d'erreurs que sur la question des gaz comprimés.

M. LE BON conteste cette possibilité et ne craint pas d'écrire ce qui suit : « Ce sont là des rêveries terriblement loin de la réalité. Dans l'état actuel de la science les câbles transatlantiques ne peuvent même pas transmettre la force nécessaire pour faire mouvoir l'armature de l'électre-aimant d'un télégraphe ordinaire. Malgré des années de recherches, ce n'est qu'avec les plus grandes difficultés qu'on transmet, d'un continent à l'autre, une somme de force suffisante pour déplacer légèrement une aiguille pesant à peine un décigramme. »

Cette affirmation hasardée tient à une confusion qui s'est établie dans l'esprit de M. LE BON. On n'a jamais demandé aux câbles actuels de transmettre la force à distance, mais bien des signaux distincts, et le plus grand nombre dans un temps donné.

Or, à cause des effets d'induction, l'état variable du courant se prolonge beaucoup ; on est donc obligé de donner à ce courant une très faible intensité si on veut que les signaux se succèdent *rapidement sans confusion*. Voilà pourquoi sir WILLIAM THOMSON a été amené à inventer le télégraphe à miroir et le siphon RECORDER que les plus faibles courants mettent en mouvement.

Il en serait tout autrement si on voulait transmettre la force, c'est-à-dire un *courant continu*. Dans ces conditions, les effets de charge dus à la condensation ne gênent en rien, puisque le courant ne présente plus d'*état variable*. Le câble transatlantique, tel qu'il existe, peut transmettre, sans augmenter son diametre, un nombre respectable de chevaux-vapeur d'un monde à l'autre ; ce n'est qu'une question de *bon isolement*, comme on le verra ci-dessous.

M. LE BON ajoute : « Mais le moyen de transmettre à de grandes distances la force par l'électricité est encore à trouver. Pour éviter la transformation de la force en chaleur et la fusion du câble ou tout au moins une perte très grande de force par son échauffement, on est obligé d'augmenter beaucoup le diamètre des conducteurs en même temps qu'on accroît leur longueur. Or, au delà d'un certain diamètre, les câbles sont d'un prix tel que leur emploi est impossible. »

C'est alors que M. D'ARSONVAL assène à l'adversaire mal gardé — et mal renseigné — ce coup droit :

Je pourrais répondre à M. LE BON que nous prendrons pour câble ses tuyaux de conduite d'air comprimé qui seront d'un diamètre tel

qu'il n'y aura pas à craindre leur fusion sur des parcours de quelques centaines de kilomètres. Mais cela n'est pas nécessaire et il nous faudrait peut-être attendre longtemps. *C'est une erreur complète* de croire qu'un conducteur à grande section est indispensable pour transmettre la force à distance. Théoriquement il est possible de transmettre à une *distance quelconque* une *force quelconque* avec un fil aussi fin qu'on puisse le supposer.

Une autre erreur non moins répandue consiste à croire que l'échauffement du conducteur augmente proportionnellement à la grandeur de la force transmise. Rien encore n'est plus faux que cette assertion. Pour transmettre une force donnée avec un conducteur de section donnée à une même distance, on échauffe ce dernier aussi peu qu'on le désire.

Démontrons successivement ces propositions que j'énoncerai sous forme de trois théorèmes, en conservant à la démonstration une forme tout à fait élémentaire.

THÉORÈME I. — Dans le transport de l'énergie sous forme électrique, le rendement est indépendant de la distance.

THÉORÈME II. — La force que l'on peut transmettre par un conducteur est indépendante de la résistance de ce conducteur et, par conséquent, de la distance.

THÉORÈME III. — La perte d'énergie par échauffement du fil peut être rendue aussi faible qu'on le désire pour transmettre une même force avec un même conducteur.

Nous ne pouvons ici, sous peine d'allonger démesurément cette partie à l'égard des autres, transcrire le remarquable exposé que M. d'Arsonval fait de chacun de ces théorèmes et nous arrivons d'emblée à la conclusion — mathématique elle aussi — qui est : *que la solution du transport, à quelque distance que ce soit, de l'électricité, est tout simplement, conformément aux idées de* Marcel Deprez, *dans l'élévation proportionnelle du potentiel de la source* et que, moyennant cela, il n'est nullement nécessaire d'envisager de grosses dimensions aux fils conducteurs ni de redouter l'échauffement pour des fils de faible section.

Et voici la fin de cet exposé, avec encore... les *prophéties*, aujourd'hui réalisées, vers lesquelles il entraîne la génération de 1881 :

Que l'on compare à présent le prix d'une canalisation d'air comprimé au prix d'une canalisation électrique et l'on verra de quel côté est l'avantage.

Avec l'air comprimé il faut, au point de départ, des compresseurs

et des réservoirs ; à l'arrivée, des cylindres et des pistons — toutes machines nécessitant l'emploi de cylindres, de bielles, manivelles, volants, régulateurs et autres organes cinématiques nécessitant un ajustage parfait. Que faut-il avec l'électricité ? *Un fil intermédiaire portant à chaque bout deux pelotes de fils de cuivre tournant dans un champ magnétique. Quelle simplicité d'un côté, quelle complication de l'autre !*

Veut-on savoir maintenant comment la machine GRAMME transforme en travail mécanique l'énergie électrique qu'on lui fournit ? Qu'on se reporte aux expériences que je viens de publier ces jours derniers dans le journal *La Lumière Electrique*, on verra que ce que j'ai appelé le *rendement absolu* de l'anneau s'élève jusqu'à 81 pour 100, c'est-à-dire que l'anneau rend sous forme d'énergie mécanique 81 pour 100 de l'énergie électrique qui le traverse. Ce ne sont pas là des chiffres théoriques, mais bien des résultats fournis directement par l'expérience en dehors de tout calcul.

D'autres expériences m'ont démontré que 1 gramme de zinc dissous dans un élément BUNSEN dégage 1,2 de calorie, c'est-à-dire 510 kilogrammètres. La machine GRAMME peut donc transformer pratiquement en énergie mécanique les 3/5 au moins de l'énergie chimique.

La théorie montre que le rendement du moteur électrique peut s'approcher de l'unité aussi près qu'on le désire à mesure qu'on lui demande moins de travail. Le rendement d'un moteur thermique parfait, au contraire, ne peut jamais dépasser 1/2, comme je l'ai dit au commencement de cet article. On voit donc quelle supériorité la modalité électrique de l'énergie présente sur la modalité thermique.

Cette modalité présente l'immense avantage de renfermer toutes les autres modalités (mécanique, chimique, calorique et lumineuse). Elle constitue l'exemple le plus éclatant de l'équivalence des forces, et les admirables unités de l'association britannique (COULOMB, AMPÈRE, VOLT, OHM, FARADAY), permettent de passer instantanément par un simple calcul d'une modalité à l'autre.

En se plaçant *à un point de vue philosophique*, on pourrait dire que les lois de l'évolution regissent la matière inorganique aussi bien que les êtres vivants. Ce perpétuel effort de la nature vers le *mieux* est universel et s'applique aux forces matérielles comme aux êtres vivants. La modalité thermique de l'énergie qui jusqu'ici avait gouverné l'industrie en souveraine maîtresse va disparaître et céder la place à une forme plus parfaite : l'électricité.

La nature nous réserve-t-elle des formes de l'énergie encore plus parfaites que l'électricité ? On n'en saurait douter. Mon éminent ami MARCEL DEPREZ le croit fermement et s'appuie sur des raisons d'ordre purement mathématique. L'expression analytique de l'énergie est une intégrale de la forme $\int M V^2$ qui ne préjuge en rien la modalité de cette énergie, et il y a bien peu de temps que nous connaissons la

modalité électrique qui est en train de révolutionner le monde en ce moment. Combien d'autres, par conséquent, peuvent exister, *même actuellement*, et que l'imperfection de nos sens ou de nos moyens d'observation nous empêchent de connaître.

Quand, pénétré de ces idées, j'examine, en physicien-physiologiste, certains phénomènes dont l'être vivant est le théâtre, je ne peux m'empêcher de penser que ces syndromes si compliqués que nous appelons : fluide nerveux, pensée, force vitale, etc..., ne sont peut-être au fond que des modalités de l'énergie qui nous sont encore inconnues.

Peut-on démontrer expérimentalement la réalité de pareils pressentiments ? Je ne crois pas la chose du tout impossible et je raconterai peut-être plus tard les tentatives que je poursuis à ce sujet.

Quoi qu'il en soit, j'ai, dans l'avenir que nous prépare la Science, cette *foi robuste* dont parlaient CLAUDE BERNARD et FARADAY, et je crois fermement que notre propre évolution, comme celle de l'univers entier, ne peut être, comme le disait MICHELET, qu'une ascension continue vers la Lumière.

Sommes-nous prêts pour utiliser les forces de la Nature par l'électricité ? Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'Exposition de l'Électricité et sur les travaux du Congrès pour répondre par l'affirmative.

Les travaux que poursuit DEPREZ en ce moment, les résultats que nous avons vus, nous permettent d'affirmer que sous peu, grâce à son procédé si simple du transport et de la division de la force électrique, Paris pourra canaliser la force que représentent les chutes de son fleuve et la distribuer à domicile. Les machines électriques n'en sont qu'à leur début. Bientôt nous aurons des machines dynamo-électriques pouvant développer 1.600 chevaux-vapeur sous des poids de quelques milliers de kilos seulement.

Comme conclusion dernière de cet article dont je prie le lecteur d'excuser la longueur, je répéterai que *nous pouvons dès maintenant brûler en toute sécurité notre dernier bloc de houille*. Que si quelque difficulté imprévue surgissait par impossible (nous avons encore pour deux cents ans de charbon), au train dont les électriciens ont mené les choses en moins de dix ans, je vous laisse, chers lecteurs, le soin d'imaginer ce qu'ils pourront faire en deux cents.

Je suis persuadé que vous serez tranquille sur le sort réservé à nos successeurs et que vous n'aurez qu'un regret que je partage : celui de ne pas voir ce qu'ils verront

Docteur A. D'ARSONVAL.
Préparateur au Collège de France.

Avant d'aller plus loin, disons qu'on pourrait retrouver dans un : « *Discours de distribution des prix à l'Ecole Municipale*

Arago, le mardi 1^er^ août 1882 » (1), par M. le Docteur D'ARSONVAL, Professeur de Chimie à ladite école, une autre belle « Revue générale » du passé et de l'avenir de l'Electricité dans la vie moderne. Ce discours, auquel M. D'ARSONVAL fera allusion cinquante-deux ans plus tard, lors de la réception solennelle à l'Hôtel de Ville qui marqua le début de son Jubilé (voir chapitre XI, p. 401), n'existe plus qu'à de très rares exemplaires en possession de quelques heureux privilégiés. Nous espérons qu'il fera bientôt partie d'un recueil collationnant les nombreux et remarquables discours, toasts, improvisations... que M. D'ARSONVAL eut l'occasion de prononcer au cours de sa longue carrière et qui tous — en marquant des étapes de la Science — sont frappés au coin du magnifique *bon sens* en même temps que du *savoir profond* et de *l'humour malicieux* qui sont les trois caractéristiques de notre héros. Quand on verra — mais on a pu déjà le constater ici, par les nombreux extraits rapportés dans le cours de ce livre — la maîtrise avec laquelle il a su manier sa langue maternelle, on s'étonnera à bon droit qu'un tel « maître en langage » n'ait pas été appelé à occuper à l'Académie Française la place qui lui en était préparée, semble-t-il, par CLAUDE BERNARD. Il est vrai que les honneurs et les consécrations constituent le dernier des soucis de M. D'ARSONVAL. Il n'a jamais songé de lui-même à les provoquer : d'où l'oubli que les hommes font *si volontiers* de vous, quand on est si bien disposé à s'oublier soi-même !

Ceci dit, aucun de nos lecteurs ne pourra avoir manqué d'admirer la hauteur des vues atteinte et les *visions prophétiques* partout répandues dans l'article ci-dessus reproduit, et nous pensons que nul ne pourra nous reprocher d'avoir un peu longuement insisté sur ce « tournant » capital de l'Histoire des Sciences, de l'Industrie, de la Vie Sociale que marque le Congrès de 1881, à l'occasion de l'Exposition d'Electricité, et sur la polémique LE BON-D'ARSONVAL. **Il y a des dates — et des hommes — dans l'évolution de l'esprit humain qu'on ne saurait assez souligner.**

Au surplus, ne devait-ce pas être, comme toujours, « l'expérience en grand » qui allait départager les deux camps rivaux et dégager la vérité ? De fait, MARCEL DEPREZ s'y préparait sans en rien dire et lorsque, l'année suivante (1882), surgit à Munich une nouvelle Exposition de l'Electricité, il estima se trouver prêt à

(1) Ecole Primaire Supérieure Arago, 4, place de la Nation, Paris.

répondre à la sorte de défi qui lui fut lancé par les organisateurs et techniciens de Munich. Ceux-ci, en effet, lui offraient une ligne télégraphique pour promouvoir, étant au petit village de Miesbach, à 50 kilomètres de la capitale bavaroise, tel engin de travail qui lui agréerait et sis à Munich dans l'Exposition, au moyen d'un courant qu'il enverrait de son installation dynamo-électrique mue par le cours d'eau traversant le petit village. L'ingénieur français releva le gant, fort d'établir que, suivant ses principes, le transport d'énergie électrique sur 50 kilomètres, à travers la minceur du fil télégraphique, n'allait être qu'un jeu. Et M. D'ARSONVAL qui accompagna DEPREZ nous a bien souvent conté l'émotion qui saisit l'assistance lorsque l'on vit la « pompe » rotative disposée dans l'enceinte de Munich se mettre à tourner à la commande du courant produit à Miesbach, émotion qui se traduisit par l'envoi immédiat par la Commission allemande de l'Électricité d'un télégramme de félicitations à l'Académie des Sciences à Paris.

La preuve était donc faite de la solidité des idées de DEPREZ et toute la solution du problème venait d'être fournie par lui, à savoir : à la source, *un dispositif dynamo-électrique compris pour faire, non de la « quantité », mais de la « tension »*, et c'est ce que lui-même avait fait à Miesbach en équipant la dynamo GRAMME, — jusqu'alors montée en gros fil pour donner de la « quantité » — avec des enroulements de fil fin la mettant en « tension ».

Quelques années plus tard, l'introduction dans l'industrie électrique de ces courants « alternatifs » longtemps considérés comme des gêneurs (puisque l'effort tendit, pendant des années, à les *redresser* au sortir des « alternateurs » si commodes pour les produire, à les redresser et débiter en courant continu qu'on jugeait alors seul pratiquement utilisable), l'introduction, dis-je, et l'utilisation directe dans l'industrie « lumière et force » de l'alternatif avec la facilité de sa transformation instantanée en « haute tension » à l'aide des « transformateurs », ont apporté une seconde solution — mais fille, on le voit, du principe posé par DEPREZ. C'est la solution qui aboutit aujourd'hui à la prise, en des usines distantes de centaines et centaines de kilomètres, de courants *alternatifs* de basse tension, immédiatement élevés par les transformateurs à des tensions colossales et qu'on voit ainsi arriver, par exemple aux stations de distribution qui entourent Paris, sous des voltages de plusieurs centaines de mille volts,

42 ou 50 périodes. Là, les appareils de distribution en font du 110 ou 220 volts, même période, donnant au compteur domestique ou industriel du cinq, dix, vingt, soixante, cent ampères, etc...

En résumé, la loi même de l'utilisation « force » du courant électrique — la loi de « tension » — avait été trouvée par MARCEL DEPREZ en 1881, et, encore une fois, *ce sera l'un des titres de gloire les plus beaux du jeune maître qu'était alors* M. D'ARSONVAL *d'avoir deviné et si vaillamment défendu les conceptions de* DEPREZ contre le ridicule sous lequel on tenta alors de les étouffer.

Voilà donc « esquissé » un D'ARSONVAL, jeune animateur industriel aussi puissant que s'est déjà révélé en lui le physiologiste du Laboratoire de CLAUDE BERNARD, et on a pu voir le brillant polémiste qu'à ce double point de vue il apparaît dans les journaux spécialisés de cette époque — sans compter les nombreux articles qu'il donne à la rubrique « Sciences » dans la presse de grande information telle que *La République Française*, journal de GAMBETTA, ou dans *La Justice*, journal de CLEMENCEAU. En se reportant aux « collections » de ce temps, on l'y retrouverait toujours sous ces deux aspects, de même que dans les chapitres suivants nous l'allons voir poursuivre cette double route. Avec quelle prodigieuse ascension et quelle fécondité ? Ce sont les tranches de sa vie de 1882 à 1890 ; de 1890 à 1914 ; de 1914 à 1918 ; enfin de 1918 à nos jours qui vont maintenant nous le montrer.

CHAPITRE VI

1882 - 1890

PHYSIOLOGIE ET PHYSIQUE : SECRETIONS D'ORGANES ELECTRICITE ANIMALE

SOMMAIRE

Retour aux recherches physiologiques de laboratoire et la double activité qu'y montrera M. d'ARSONVAL. — Coup d'œil préalable sur son enseignement au Collège de France. — Sa collaboration aux travaux de BROWN-SEQUARD, sur les extraits d'organes ; naissance des méthodes opothérapiques modernes. — Ses propres recherches personnelles, à commencer par l'établissement des « courbes caractéristiques » des excitations électriques — Mise à l'étude des courants alternatifs à variations régulières appliqués à l'organisme, et naissance de la « voltaïsation sinusoïdale » — Première analyse des accidents industriels de l'électricité et des remèdes à y opposer. — Mise en chantier de l'alternatif à fréquences sans cesse croissantes. — Autres travaux physiologiques : nombre et variété des « communications » aux Sociétés Scientifiques. — Les « récréations » à cette époque d'un esprit mêlé à toutes les nouveautés.

« Mesure tout ce qui est mesurable et efforce-toi de rendre mesurable tout ce qui ne l'est pas encore. »

GALILÉE.

LAISSONS provisoirement passer 1882, 3, 4, etc..., et les manifestations extérieures de l'essor nouveau qu'est en train de prendre l'Electricité dans la vie publique et privée par le télégraphe, le téléphone, l'éclairage, la motorisation... et allons retrouver M. D'ARSONVAL en ses Laboratoires, tout en notant, bien entendu, qu'étant rédacteur à la *Lumière Electrique*, il ne demeure étranger à aucune novation industrielle ou sociale de la « Grande Vedette » du jour. On s'en est d'ailleurs aperçu au précédent chapitre par son installation téléphonique du réseau de l'État et rappelons même, à cette occasion, que c'est en 1884 qu'il reçut, au titre du Ministère des P. T. T., la croix de chevalier dans la Légion d'honneur.

Donc, pendant les années qui suivent l'Exposition, au Laboratoire de la rue Saint-Jacques et à celui du Collège de France, il va poursuivre les travaux que nous avons déjà dits — et dont l'origine remonte à CLAUDE BERNARD même — sur les réactions des tissus vivants aux modalités diverses de l'excitant électrique, essayant avant tout d'en déterminer des *évaluations mesurables* et judicieusement *comparables*, seule méthode qui donne à une Science des fondements solides et en permette les progrès. Et c'est

ainsi que nous le verrons, par le chemin du courant alternatif à excitations de plus en plus rapides, arriver à la sensationnelle découverte des courants de haute fréquence et à la création de la branche peut-être la plus importante de l'Électricité moderne, branche qui, de ce fait, a reçu, en 1899, — ainsi que nous l'exposerons au chapitre VIII — d'un illustre électrologiste étranger : le Professeur MORITZ BENEDICT, de Vienne, le nom de « D'ARSONVALISATION ».

D'autre part, pendant ce même laps de temps : 1882-1894, on va voir M. D'ARSONVAL aider BROWN-SÉQUARD au Collège de France dans les recherches où celui-ci est désormais plongé : l'étude des sécrétions internes des tissus et organes. Notons en passant cette dualité et ubiquité — ou plutôt cette « multiplicité » — de M. D'ARSONVAL pour mener de front plusieurs sujets, l'étrange et quasi instantané pouvoir d'adaptation de son intelligence à toutes les questions.

Au surplus, pour rapidement établir sa position au Collège de France, depuis 1882 jusqu'en 1894, il nous faut signaler qu'à partir de 1882 il est : 1° Directeur, rue Saint-Jacques, du Laboratoire de Physique biologique annexé à la chaire de Médecine du Collège de France et que PAUL BERT, alors Ministre, fit spécialement créer pour lui en 1882 ; 2° Chargé, comme remplaçant de BROWN-SÉQUARD, du cours de médecine au Collège de France, pendant le semestre d'hiver, durant cinq années (1882 à 1887) ; 3° Qu'en 1887, il est nommé professeur suppléant de ce cours jusqu'en 1894, où, après la mort de BROWN-SÉQUARD, il devient titulaire ; 4° Que depuis 1877, année de sa thèse, il est lauréat de plusieurs grands prix de la Faculté de Médecine et de l'Institut ; qu'il est promu Chevalier de la Légion d'honneur en 1884 ; nommé membre de l'Académie de Médecine en 1888 et qu'enfin, en 1894, l'Académie des Sciences lui ouvre ses portes l'année même où, BROWN-SÉQUARD étant mort, il est désigné comme titulaire de la chaire dont, depuis plusieurs années, il assurait la suppléance.

De ce qu'était l'enseignement de M. D'ARSONVAL — enseignement avant tout de circonstance et d'inspiration racontant les résultats au jour le jour de ses recherches du Laboratoire, — ce n'est malheureusement pas dans des « textes » conservés qu'on en pourra trouver l'émotion, puisque, nous le savons, ces leçons n'ont jamais été écrites et que les « notes volantes » qui soute-

naient l'inspiration en ont été perdues. Heureusement que les communications extrêmement nombreuses des résultats découverts, faites aux Académies et Sociétés Savantes, permettent d'en reconstituer assez exactement l'histoire. Mais, avant de la suivre, nous voudrions donner une « impression » sur le jeune Maître enseignant dans sa chaire au Collège de France, en cette petite « salle de cours », si grande de passé, de présent et d'avenir. Il faut croire que la parole de M. D'ARSONVAL y était bien chaude et bien prenante, et bien captivante aussi son expérimentation, pour qu'un esprit de la trempe du polémiste HENRI ROCHEFORT, certes plus porté à distribuer l'acerbe et cinglante critique qu'à semer la louange, ait jeté cette note rapportée par BARRÈS dans ses *Cahiers* (1) :

« ROCHEFORT disait ces jours-ci, après avoir entendu M. D'ARSONVAL *dont il a la passion* : « Mais enfin je suis un imbécile, qu'est-ce que j'ai foutu toute ma vie ? Je ne sais rien... Ça m'intéresse beaucoup la science. J'aurais pu y réussir. Car ce que j'ai, c'est de la logique. »

Il est profondément pénétré de cette vérité : l'esprit humain est simple, ne peut embrasser qu'une chose à la fois. Il ne présente jamais qu'un point de vue. Ce point de vue, il l'a choisi (en avocat étonnant de bon sens), il l'orne (avec un don de relief).

Il était au Collège de France à la dernière leçon de M. D'ARSONVAL.

Mercredi 10 juin 1896. *Indignatio facit versum.* »

Ceci souligné de la « passion » que son enseignement soulevait, pendant donc que, de 1882 à 1894, il expose au Collège de France, en 450 leçons ou conférences, restées inédites, ses propres recherches sur la chaleur et la thermodynamique animales, l'électro-physiologie, l'électrothérapie, la respiration, le travail musculaire, etc., etc..., recherches dont nous aurons à suivre tout à l'heure la « personnalité », il coopère, avons-nous dit, aux recherches de BROWN-SEQUARD, et, afin de présenter notre personnage au complet, c'est ici le lieu de dire d'abord ce que fut cette contribution.

Il suffira, pour en avoir une idée, de se reporter à la conclusion du rapport de MAREY devant l'Académie des Sciences pour le prix de physiologie de 1893 (Prix Lacaze), attribué par l'Académie après avis de sa section de Médecine et de Chirurgie (CHAUVEAU, RANVIER, MILNE-EDWARDS, MAREY), à M. D'ARSONVAL. La voici :

---

(1) MAURICE BARRÈS : *Mes Cahiers*, tome I, 1896-1898, page 88.

« Dans cet exposé sommaire des titres de M. D'ARSONVAL, nous avons dû passer sous silence un grand nombre de découvertes de physique pure ou de physiologie, malgré l'intérêt qu'elles présentent.

Nous rappellerons toutefois, en terminant, les si intéressants travaux faits par l'auteur en collaboration avec son Maître, M. BROWN-SEQUARD. C'est avec les ingénieux dispositifs créés par M. D'ARSONVAL que les effets du poison pulmonaire ont été mis en évidence ; c'est M. D'ARSONVAL, qui a trouvé le moyen de stériliser à froid les liquides de l'organisme et de rendre facilement applicable une méthode thérapeutique qui a pris dans ces dernières années un si grand développement. Avec autant de modestie que de loyauté, notre savant confrère, M. BROWN-SEQUARD, affirmait devant la Commission que la part de M. D'ARSONVAL *est au moins égale à la sienne dans la découverte des propriétés des liquides organiques et dans la démonstration de ce fait, que le rein, en particulier — outre la sécrétion qui lui est propre — produit une sécrétion interne spéciale indispensable à la vie.* »

Voilà qui est catégorique.

Pour ce qui est des ingénieux dispositifs créés par M. D'ARSONVAL en vue d'étudier les effets du « poison pulmonaire » et de ceux pour la « stérilisation à froid » des liquides de l'organisme, ne pouvant malheureusement exposer dans le détail toutes les trouvailles qu'en tous les domaines faisait M. D'ARSONVAL, nous renverrons ceux que cette question intéresserait à l'Exposé des Titres et Travaux de 1894 ainsi qu'aux « mémoires et communiqués » aux diverses Sociétés Savantes, en particulier : Académie des Sciences, Société de Biologie (années 1886 à 1892). D'ailleurs, on trouvera plus loin (pages 230, 231) une brève énumération des plus marquantes de ces communications et on pourra y noter qu'un bon nombre sont aux noms de BROWN-SEQUARD et de D'ARSONVAL associés. Cette association est particulièrement intéressante en ce qui concerne la naissance *vraiment scientifique* des extraits d'organes injectés à l'organisme, car on ne saurait trop répéter que c'est d'eux que date la fondation de l'Endocrinologie et de l'Endocrinothérapie que nous voyons aujourd'hui si fécondes en résultats pratiques et en concepts physiologiques. Dépassant en effet le seul point de vue de l' « extrait testiculaire » qui connut dès l'abord une vogue inouïe, n'oublions pas que, dans une communication à la Société de Biologie en 1891 — et dans maintes autres ensuite — ils étendaient singulièrement les horizons par cette déclaration qui est comme la date constitutive de la Science nouvelle :

LABORATOIRE DE MEDECINE DU COLLÈGE DE FRANCE
12, Rue Claude-Bernard. — PARIS

EXTRAIT ORGANIQUE

pour expériences scientifiques

Envoi gratuit de MM. BROWN-SEQUARD et d'ARSONVAL

N B. — Sous aucun prétexte ce produit ne peut être vendu.

Laboratoire de Médecine

DU COLLÈGE DE FRANCE

Paris, le 5 septembre 1892.

Le Laboratoire de Médecine ne peut pas donner satisfaction au nombre immense de demandes nouvelles d'envoi du liquide testiculaire. Il continuera, *malgré le temps énorme qu'il faut y consacrer*, a fournir des liquides organiques aux douze cents médecins auxquels on en a promis ou qui en ont déjà reçu. Il lui est absolument impossible d'en faire plus.

Il est du reste si facile de préparer ces liquides, que tout médecin qui le voudra pourra en avoir. Une brochure de l'un de nous (M. d'Arsonval), donnant la technique de cette préparation, paraîtra bientôt chez M. Masson.

C.-E. BROWN-SEQUARD — A. D'ARSONVAL.

Fig. 64. — En haut, étiquette d'envoi aux médecins de l'extrait injectable préparé par BROWN-SEQUARD et D'ARSONVAL et qui marque le départ de toute l'endocrinothérapie moderne. — En bas, photographie du curieux document par lequel BROWN-SEQUARD et D'ARSONVAL se déclarent débordés par les demandes.

« La question s'est donc élargie et maintenant nous croyons que *tous les tissus*, glandulaires ou non, donnent quelque chose de spécial au sang, *que tout acte de nutrition* s'accompagne d'une *sécrétion* interne. Nous croyons en conséquence *que tous les tissus* pourront et devront être employés, dans des cas spéciaux, comme modes de traitements, *qu'il y a là, en un mot, à créer une thérapeutique nouvelle*, dont les médicaments seront les produits fabriqués par les différents tissus de l'organisme, que toutes les cellules d'un organisme sont rendues ainsi solidaires les unes des autres par un mécanisme autre que le système nerveux. »

Pour ce qui est du seul extrait testiculaire — qu'on appela d'ailleurs : *Liquide de* BROWN-SEQUARD — leurs communications eurent un retentissement sans pareil, et pour qu'ici aussi l'anecdote scientifique vienne délasser de l'effort d'attention souvent demandé au lecteur de ce volume, nous en rapporterons deux amusantes preuves empruntées : l'une à des documents de l'époque ; l'autre aux souvenirs mêmes de M. D'ARSONVAL. Voici d'abord — à la suite d'un spécimen des étiquettes, bien « époque », qui cachetaient les envois aux innombrables médecins postulants — une déclaration de septembre 1892 disant que le Laboratoire se trouve « débordé » par l'affluence des demandes et qu'on va enseigner aux dits médecins à le fabriquer (fig. 64).

Voici maintenant un souvenir de M. D'ARSONVAL :

Un très grand nombre de praticiens, nous dit-il, séduits par une méthode dont la vogue dans le public s'affirmait des plus brillantes, faisaient régulièrement appel au nouveau Faust de qui je fabriquais au Labo le liquide rajeunisseur. L'un des plus enthousiastes à le distribuer était un étrange petit homme, d'origine auvergnate, fort intelligent et actif, en grande réputation à Paris et qui s'appelait le Docteur DEPOUX. Étant alors le mari de la grande cantatrice FÉLIA LITVINNE, il était très répandu dans les milieux artistiques et littéraires et c'est lui qui régulièrement faisait au pauvre cher grand écrivain, ALPHONSE DAUDET, terrassé par des crises de douleur fulgurantes, ses injections de liquide de BROWN-SEQUARD.

Elles avaient, paraît-il, sur le terrible mal un effet opérant des plus remarquables et M. D'ARSONVAL nous dit avoir encore une dépêche où le précieux « liquide » lui est impérieusement réclamé.

Après avoir passé, comme un astre étincelant, dans le firmament parisien, le docteur DEPOUX, quelque peu ruiné par ses fastes, vint finir ses jours en plein bled auvergnat... en épousant, à soixante-douze ans, une jolie bergère de dix-huit ans de l'en-

droit ! *Sic transit gloria mundi !* Dans tous les cas, il sembla ainsi démontrer qu'à force de manier le liquide de BROWN-SÉQUARD il en demeure quelque vertu jusqu'à un âge avancé.

Mais, devant les étonnantes révélations physiologiques que l'étude des secrétions internes nous vaut aujourd'hui, et le développement des thérapeutiques modernes par les extraits d'organes (opothérapie ou endocrinothérapie), ce que nous voudrions imposer à l'attention en cette fin de chapitre, *c'est qu'on trouve le nom de* D'ARSONVAL *associé, de moitié, à celui de* BROWN-SÉQUARD *dans l'établissement originel de cette nouveauté.*

Ainsi, par là encore, son esprit si universel — trop souvent réduit par ceux qui l'ignorent à un seul domaine de la physiologie : celui de l'électricité médicale — apparaît-il comme apte à toutes les adaptations, nourri de toutes les cultures, souple, élastique, incapable d'œillères et de bornes, en un mot : l'esprit d'un précurseur.

Reprenons maintenant le « compte personnel » D'ARSONVAL dans l'évolution de la Science, et en particulier de la Science Electricité, de 1882 à 1896.

Nous le voyons, hanté qu'il est toujours par la curiosité des effets des excitations électriques sur les organismes, revenir à un point capital et encore inétabli de ces excitations, point abordé par lui dès octobre 1881, à savoir : la mesure et la mise en courbes comparables des diverses modalités qu'on a alors en main, la détermination précise de leurs doses et de leurs effets, seul moyen de donner aux études d'électro-physiologie une base scientifique solide et d'en assurer le progrès.

Par des appareils infiniment ingénieux (fig. 65 et 66), dans le détail desquels nous ne pourrions malheureusement entrer sans trop compliquer cet ouvrage, il arrive à définir tous les termes de ces excitations, tant en courants continus permanents qu'en courants alternatifs sans cesse variables, et à jeter ainsi dans la Science Electrique ces figures et courbes dites : « caractéristiques d'excitation », lesquelles vont être comme les échelles et schémas où pourront être inscrits : et la nature de l'excitant, et les facteurs à « chiffrer » de son évolution. C'est ainsi que, par ses trouvailles instrumentales, il nous donne la courbe d'installation d'état permanent et de chute d'un courant *continu* (fig. 67), et puis les courbes des courants *alternatifs* régulièrement sinusoïdaux, suivant le nombre des fréquences et les écarts du potentiel (fig. 67).

Il montre en effet, avec ses appareils, que — si, dans l'évolution de l'état permanent du courant, ce qui compte c'est son intensité pouvant conduire à ces phénomènes d'électrolyse tissulaire, lesquels sont devenus une méthode d'offensive thérapeutique, — dans les courants variables, au contraire, ce qui joue, ce sont d'une part les écarts de potentiel, d'autre part la fréquence des oscillations, ce qu'il établit par la décomposition des éléments du problème telle que représentée dans la fig. 68 et commentée dans le texte ci-après reproduit sous la rubrique : Voltaïsation sinusoïdale.

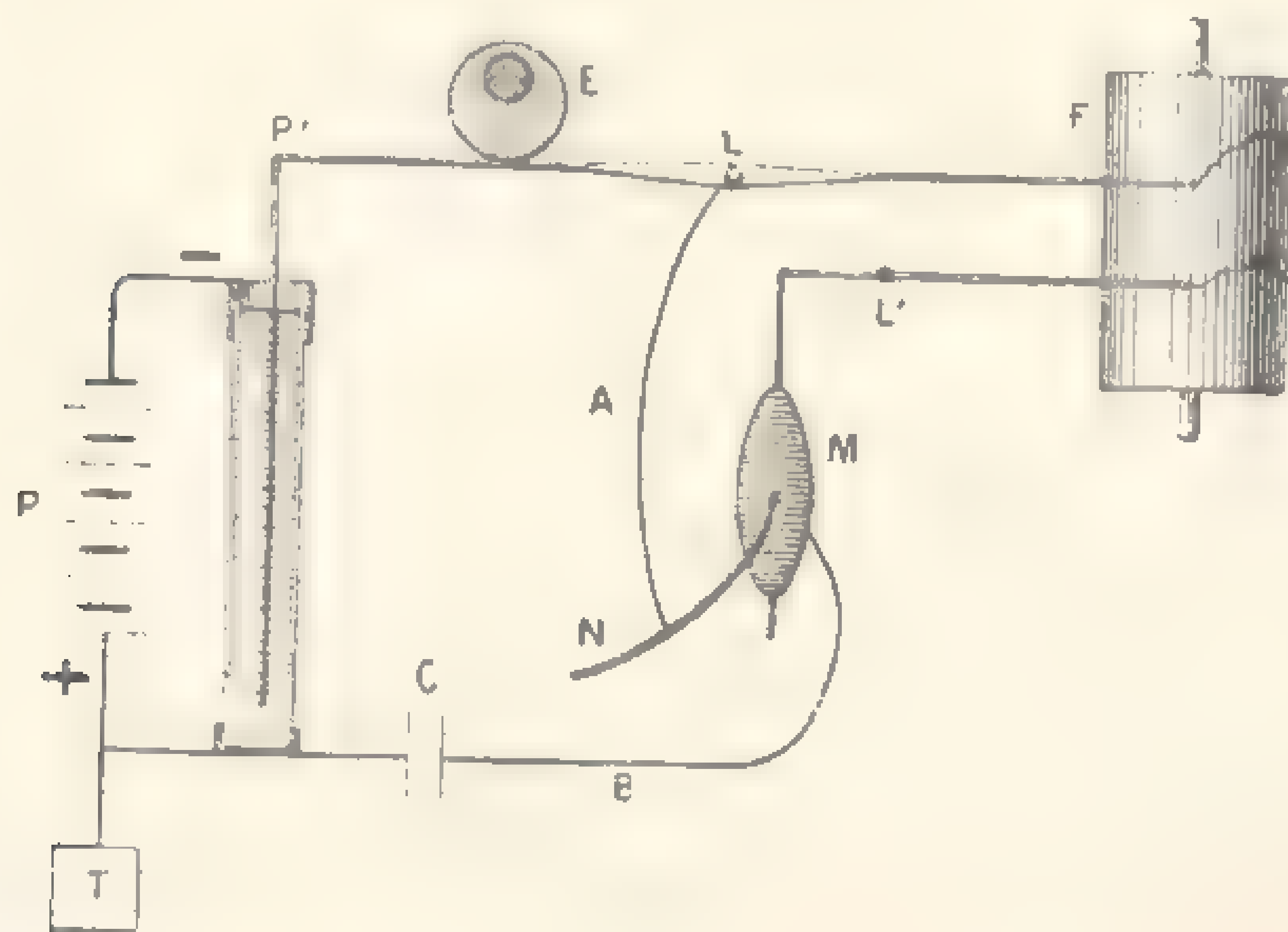


Fig. 65. — Ingénieuse création de M. d'Arsonval en 1882 pour établir la loi du *potentiel variable* comme facteur dominant des réactions motrices et sensitives (D'après ses exposés de Titres et Travaux).

C'est qu'en effet, ses études l'ont amené à directement appliquer à l'organisme des courants d'alternateurs sous des variations et des fréquences dont il s'ingénie à faire varier les conditions, ajoutant ainsi aux courants déjà en usage (continu de pile, interrompu saccadé de bobine Ruhmkorff), la nouvelle méthode d'action thérapeutique que nous venons de nommer. Par là même, elles le conduisent à établir les circonstances des effets dangereux des courants industriels de « basse fréquence » et les moyens de les contrebattre. Enfin, elles vont lui révéler l'étrange paradoxe de l'indifférence de l'organisme pour les dits courants alternatifs, *quand leur fréquence atteint un chiffre très élevé*, et lui ouvrir ainsi le chemin triomphal de la Haute Fréquence.

Mais considérons d'abord la nouvelle méthode thérapeutique introduite et écoutons M. D'ARSONVAL nous la présenter (Exposé des Titres et Travaux 1894) :

N° 13. — VOLTAISATION SINUSOIDALE

Au point de vue de la pratique médicale j'ai été conduit à étudier spécialement les excitations électriques produites par les courants alternatifs à variations sinusoïdales.

Dans ce cas, l'onde électrique qui constitue la *caractéristique d'excitation* est définie par deux facteurs : 1° la fréquence (ligne A B de la

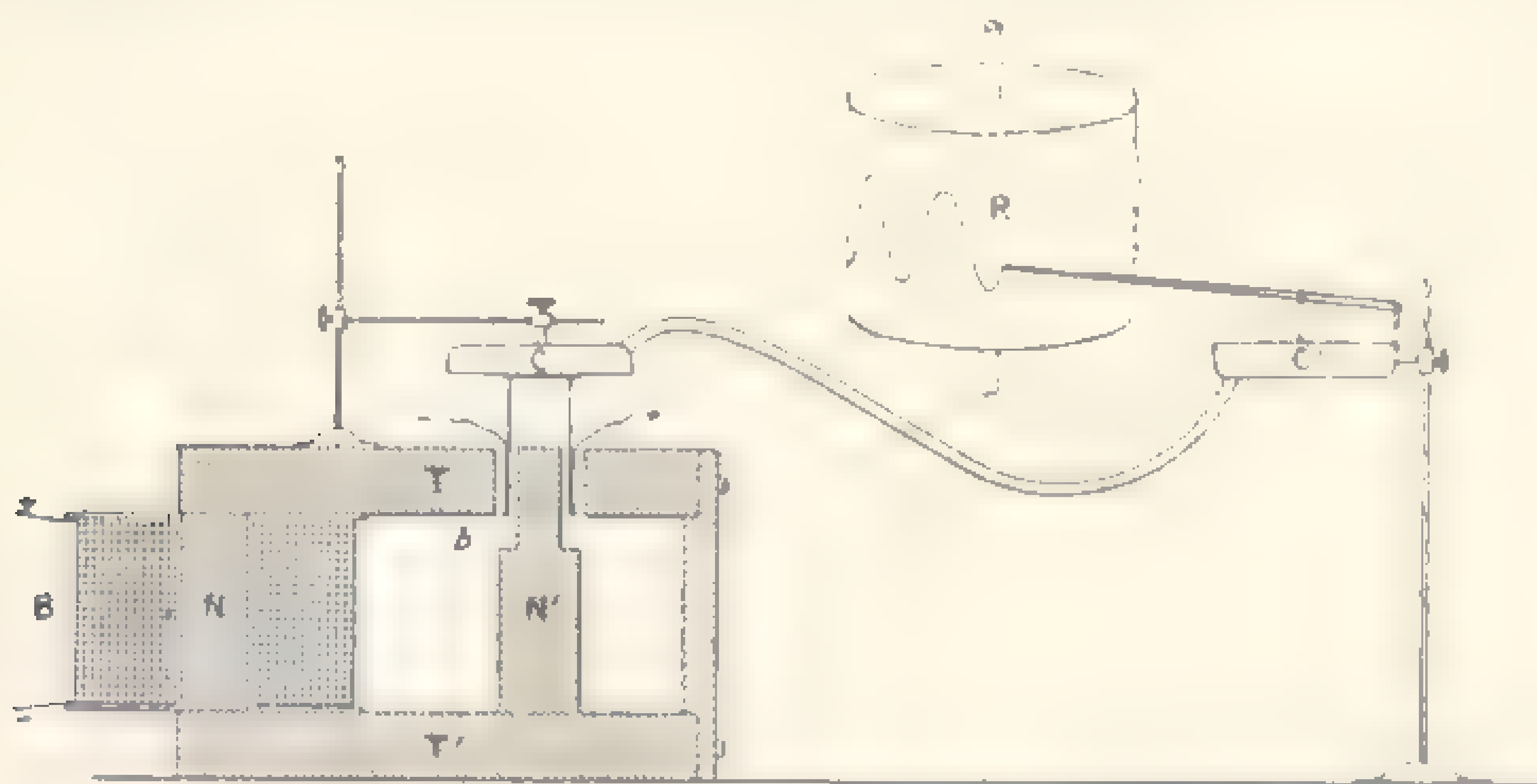


Fig. 66. — Traceur automatique, en fonction du temps, des *variations* électro-motrices d'un appareil médical magnéto-faradique aux points d'application des électrodes sur le sujet *(Ibidem)*.

figure 68), et 2° l'ordonnée maxima (ligne E P) qui représente pour nous le facteur physiologique le plus important, c'est-à-dire la variation maxima du potentiel. Une *période* complète est caractérisée par la double courbe comprise entre A et C. On voit que le courant varie régulièrement. Il part de zéro pour atteindre un maximum *positif* en E, revient graduellement à zéro en B pour croître dans le sens *négatif* jusqu'à E, et revenir à zéro en C, et ainsi de suite. Les quantités d'électricité traversant les tissus étant égales et de signe contraire, aucun phénomène ni d'électrolyse, ni de polarisation n'est possible. Les effets *secondaires* dus au passage du courant se trouvent éliminés et il reste seulement l'action propre à l'électricité elle-même. On voit que la *fréquence*, c'est-à-dire le nombre d'excitations par seconde (ligne A B), est le double du nombre de *périodes* (ligne A C), pendant le même temps.

Dans la pratique médicale, il est essentiel de pouvoir faire varier d'une manière indépendante la valeur des facteurs A B (fréquence) et E P (potentiel), et il est non moins essentiel d'avoir à chaque instant la valeur de ces variations.

Le schéma de la figure 70 montre la machine que j'ai fait construire à GAIFFE pour résoudre ce problème d'une manière pratique.

Soit C C', un anneau GRAMME portant d'un côté de l'axe le collecteur ordinaire avec ses balais B B', et de l'autre côté deux bagues métalliques

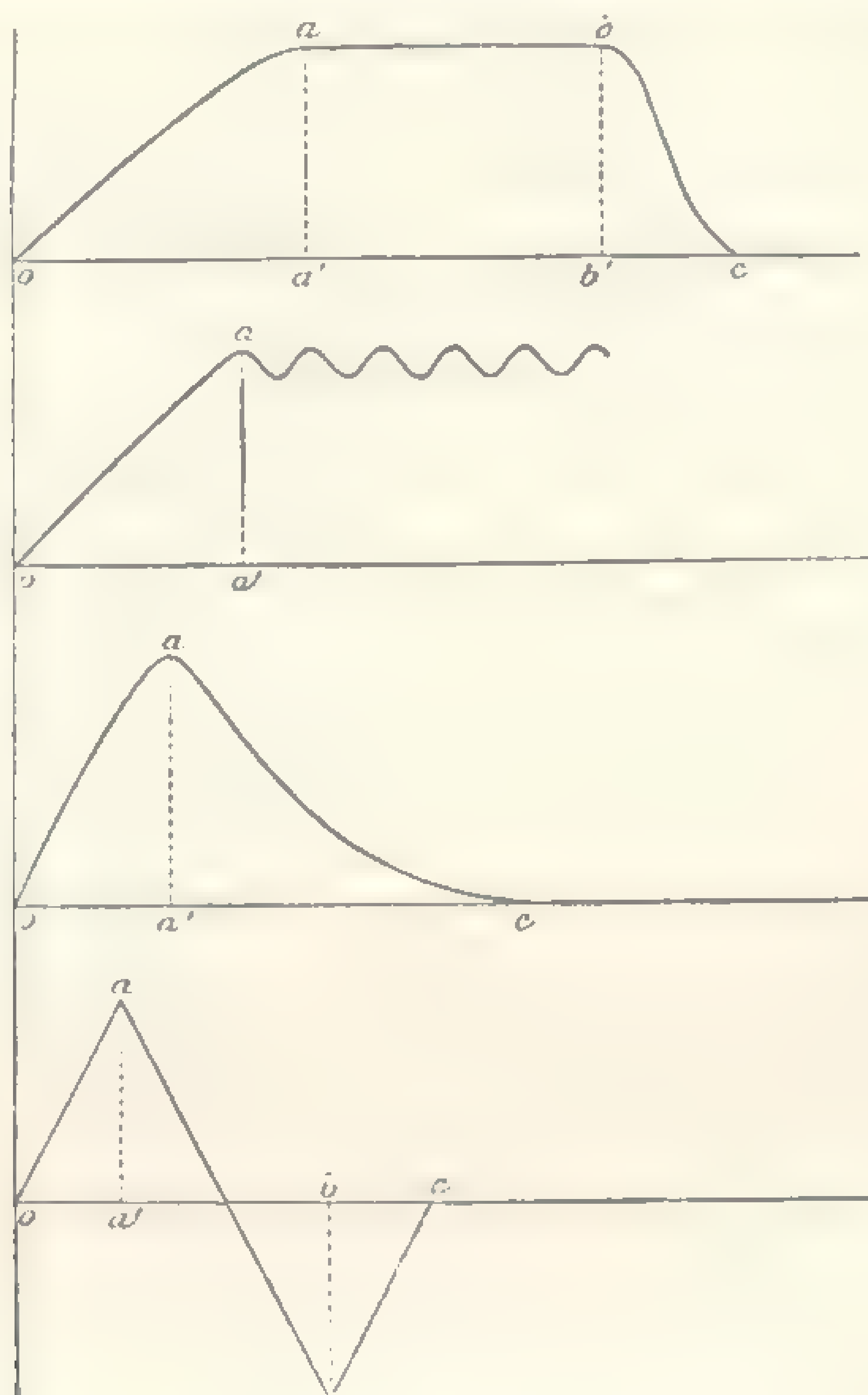


Fig. 67. — Diverses « caractéristiques » d'excitation électrique ainsi obtenues : *En haut* : évolution d'un courant continu (mesurable par l'axe vertical des *intensités* et l'axe horizontal du *temps*). — *Au-dessous* : évolution pareillement chiffrable d'un courant continu ondulé. — *En 3e lieu* : une excitation amortie sitôt que produite. — *En 4e lieu* : une forme d'excitation alternative avec ses variations de *potentiel* également chiffrables, verticalement en valeur et horizontalement en temps.

isolées communiquant respectivement avec chaque moitié de l'anneau par deux prises de courant situées sur l'induit à 180 degrés. L'anneau tourne dans un champ magnétique créé par un courant indépendant

traversant l'inducteur I par les fils marqués + et —. Si l'on met l'anneau en mouvement par une force mécanique extérieure P, on recueillera aux balais B B', un courant continu, et, au frotteurs K K', un courant alternatif à variations sinusoïdales.

En plaçant sur l'axe de la machine un indicateur de vitesse, on connaît à chaque instant la fréquence du courant. Quant à la force électro-motrice maxima, elle est donnée tout simplement, et d'une manière continue, par un voltmètre ordinaire à courant continu, relié aux deux balais B B'.

On fait varier la fréquence en changeant la vitesse de rotation, et la force électro-motrice en modifiant le champ magnétique créé par l'électro-aimant. Le voltmètre donne aussitôt la valeur de l'ordonnée maxi-

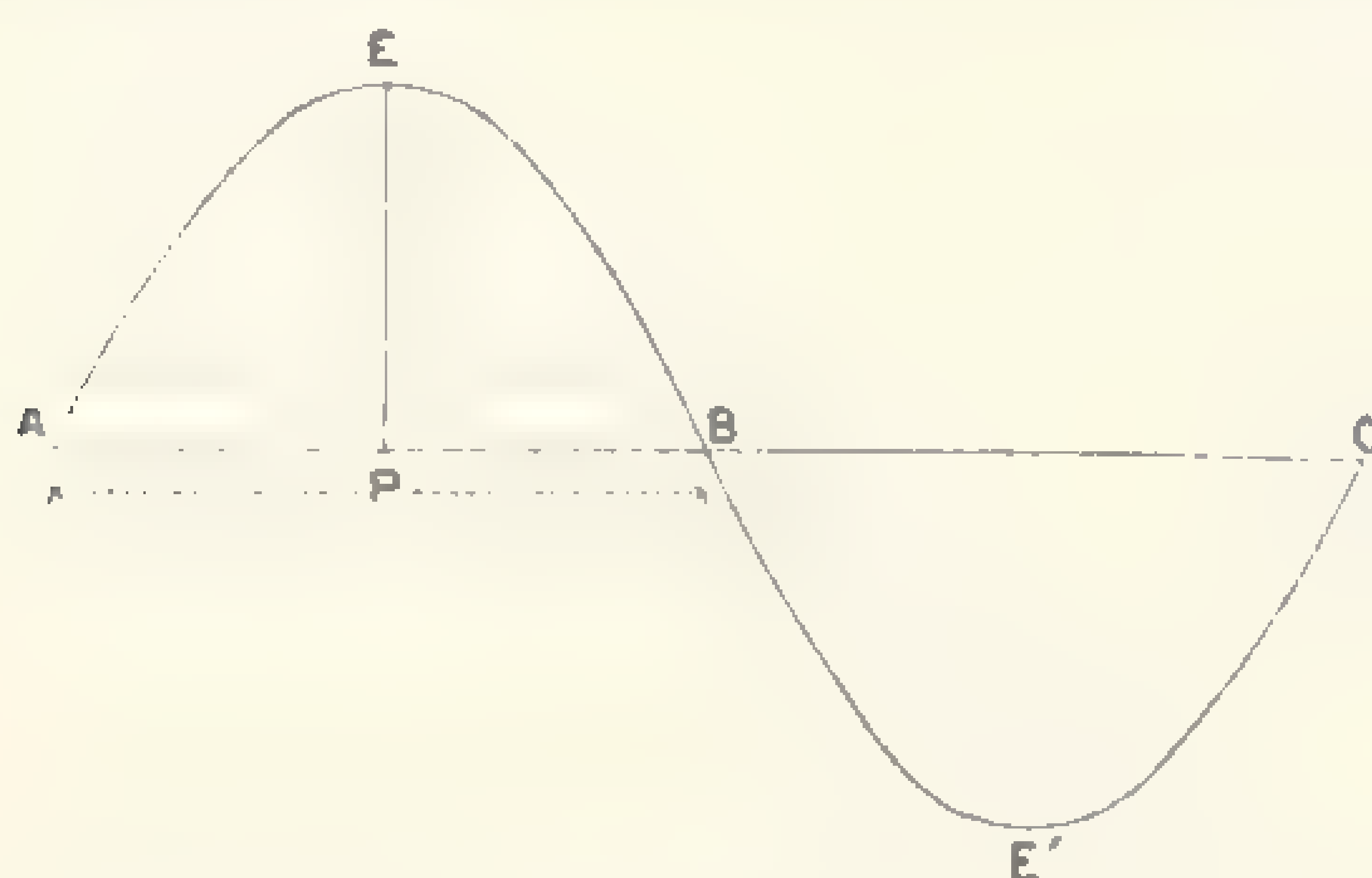


Fig. 68. — Facteurs dans l'évolution d'une période de courant alternatif (voir contexte).

ma — et l'indicateur de vitesse, la fréquence. Les deux éléments de la sinusoïde sont donc connus à chaque instant, et l'opérateur leur donne la valeur qu'il désire. Je ferai remarquer qu'en amenant un courant continu, provenant d'une pile par exemple, au balai B B', on recueillera en K K', un courant sinusoïdal. En mettant B B', en communication avec un réseau à 110 volts continus, et en intercalant un rhéostat convenable, on recueillera en K K', des courants sinusoïdaux dont le voltage pourra varier de 110 à 20 volts, par exemple, et avoir ainsi une installation très simple.

Si au lieu de partager l'anneau en deux parties égales C C', on le partage en trois, ou plus généralement en N parties égales, aboutissant à autant de frotteurs, on aura des courants *polyphasés*. Ces courants polyphasés sont des courants sinusoïdaux simples qui se succèdent régulièrement durant le cours d'une révolution de l'anneau de manière à être en retard les uns sur les autres. On dit qu'ils sont *décalés* d'un angle qui varie précisément suivant le nombre de prises C C'. Pour appliquer ces courants à l'organisme, il faut autant de tampons qu'il y a de bagues K K'. Trois tampons par exemple dans le cas de courants

triphasés. Les courants triphasés, que j'ai spécialement étudiés l'automne dernier, donnent des résultats de massage très curieux sur l'organisme. Ils permettent également de trouver très simplement comment les courants se répartissent dans l'organisme, ainsi que je l'ai montré dans une communication orale faite l'année dernière à la Société de Biologie. La machine décrite plus haut permet d'obtenir ce genre de courants et de les doser tout aussi simplement que le courant sinusoïdal simple.

La voltaïsation sinusoïdale est pratiquée aujourd'hui par nombre d'électrothérapeutes pour les cas les plus variés. M. le Docteur APOSTOLI poursuit des recherches plus spécialement au point de vue des applications gynécologiques. Il a obtenu des résultats intéressants qu'il a signalés l'an dernier au Congrès de Bruxelles...

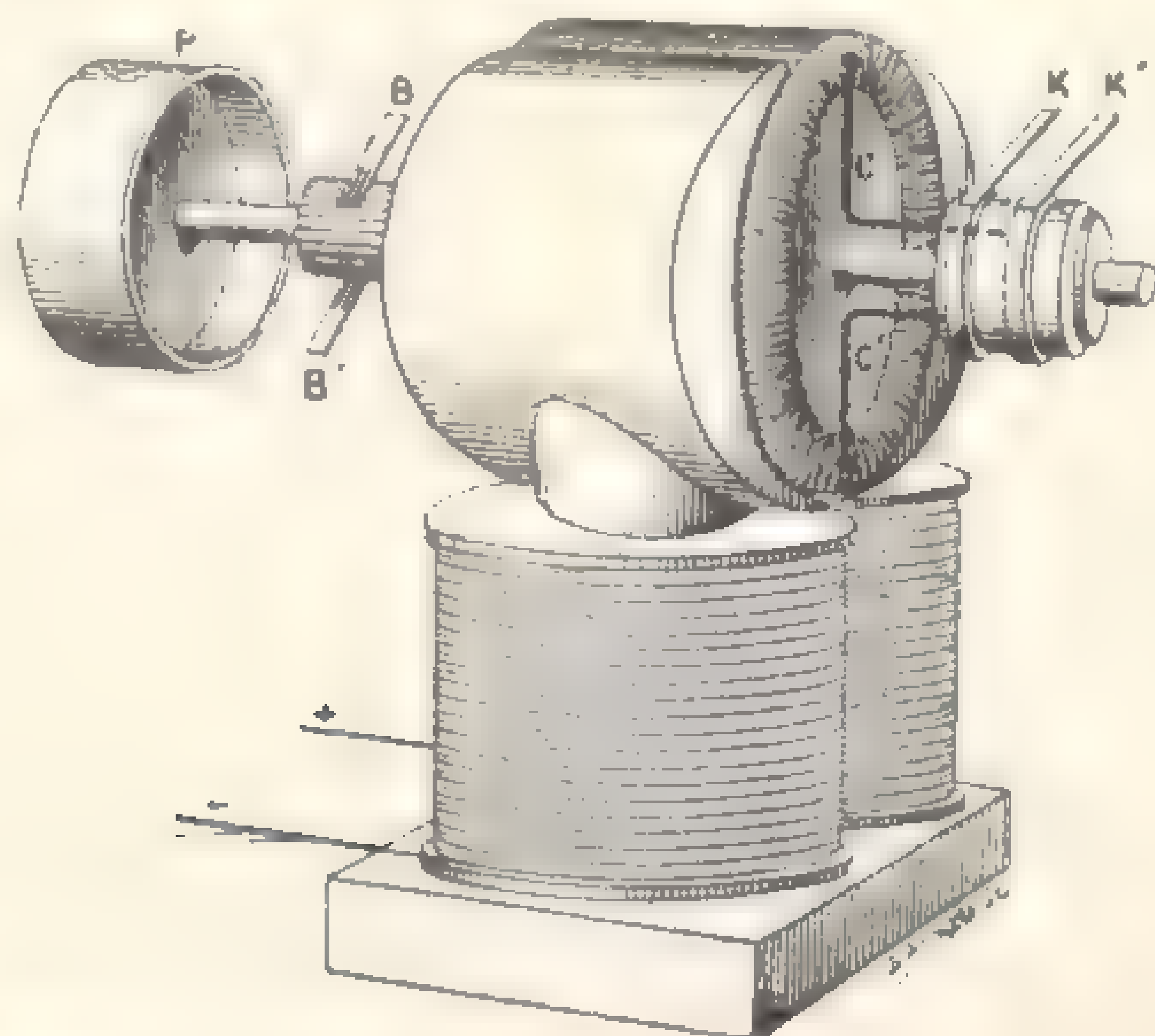


Fig. 69. — Machine de GRAMME *adaptée* par M. D'ARSONVAL à ses études graphiques du courant sinusoïdal.

Les résultats prouvent que le courant alternatif sinusoïdal va prendre sa place en gynécologie à côté, mais non encore au-dessus, du courant faradique et galvanique. Il est destiné à leur servir, soit d'auxiliaire actif en les complétant, soit à les suppléer, et à remplir des indications personnelles et nouvelles que l'avenir établira avec plus de netteté...

Quittant l'étude des courants alternatifs fournis à l'organisme à doses physiologiques et thérapeutiques, suivons maintenant M. D'ARSONVAL dans l'observation et l'explication des effets violents, pathologiques, des premiers courants puissants utilisés en Industrie, tant par générateurs à continu que par alternateurs, alors que les puissances commençaient à atteindre 2.500 à 3.000 volts avec débit de quelques ampères. En effet, ces courants

s'étaient signalés à l'attention par quelques violents chocs et accidents d'électrocution qui avaient amené les pouvoirs publics à s'en préoccuper. Et dans l'Exposé des Titres et Travaux de M. D'ARSONVAL 1894, on lit page 73 :

N° 27. — DANGERS DES GÉNÉRATEURS MÉCANIQUES D'ÉLECTRICITÉ

MOYENS DE LES ÉVITER

(*Biologie 27 décembre 1884*)

J'ai eu à m'occuper de cette question comme membre de la commission chargée d'élaborer un projet de loi pour réglementer la production et la distribution de la force et de la lumière par l'électricité. Le ministère nous demandait de déterminer expérimentalement quelles étaient, pour le courant électrique, la tension et l'intensité qu'il serait dangereux de dépasser dans la pratique, etc...

Alors, M. D'ARSONVAL arrive vite à poser, en ce qui concerne les effets *pathologiques* de ces courants, des lois capitales qui se résument en ceci :

1° C'est que — au voltage et débit élevé qui caractérisent le but industriel de ces diverses machines — les *alternateurs*, par suite sans doute du « va-et-vient » sans cesse inversé de leurs courants, ont sur le corps des actions différentes de celles causées par les *générateurs de continu*, ces derniers, aux mêmes voltage et intensité, amenant des effets de décomposition des tissus, d'électrolyse, que les alternateurs ont beaucoup moins. Si bien qu'un individu choqué de façon prolongée par le courant d'un alternateur (insuffisant pour le tuer instantanément) aura bien plus de chance de s'en sortir par la suite que « l'électrolysé » qui aura été soumis le même temps au passage d'un continu de même puissance.

2° Il montre, d'autre part, qu'à côté de ces effets à longue échéance si différents, produits dans les tissus par le passage prolongé et de même durée : ici d'un alternatif et là d'un continu de même force, il faut envisager l'effet immédiat de surprise organique, de choc réflexe transmis au bulbe par l'arrivée ou établissement des dits courants, choc qui, *dans les deux* cas, s'exprime par une action inhibitrice sur la respiration et qui étend le blessé en syncope respiratoire. Si celui-ci reste ainsi soumis au passage d'un « continu », nous avons dit tout à l'heure le danger d'électrolyse grave qui s'en suit pour lui. Si c'est de l'alternatif, rien ne dit que, malgré la mort apparente, le sujet ne puisse revenir par la suite à une « *restitutio ad integrum* » totale. Quoi qu'il en

soit, ce qu'il y a de bien certain c'est que, dans les deux cas, le « foudroyé » n'est pendant longtemps qu'un *mort apparent* et qui peut rester ainsi des heures en syncope respiratoire, avant de passer à la mort réelle. *Si bien qu'un foudroyé de quelque façon que ce soit doit être traité comme un noyé et soumis aux méthodes de la respiration artificielle* qui peut, bien des heures après l'accident, le ressusciter.

Notion capitale dont M. D'ARSONVAL s'autorisa d'ailleurs, dès ce moment, pour faire un procès en règle de l'électrocution usitée aux États-Unis. Il nous paraît des plus intéressants de reproduire l'exposé même du grand savant, dans ses Titres et Travaux scientifiques, sur ces importantes questions. Voici ce qu'il écrivait page 50 :

N° 14. — LA MORT PAR L'ÉLECTRICITÉ

... Si l'on abandonne l'animal à lui-même après ce choc électrique, l'arrêt de la respiration persiste généralement et la mort est définitive. Cette mort pourtant n'est qu'apparente, car, si l'on pratique immédiatement la respiration artificielle à l'aide d'un soufflet et d'une canule introduite dans la trachée, l'animal revient à la vie au bout d'un temps variable, en présentant parfois des paralysies partielles qui disparaissent spontanément. Si l'on pratique la respiration artificielle *au moment même où l'on applique le courant*, l'animal manifeste de la douleur, mais sans perte de connaissance : on ne peut le tuer alors par ce même courant qui amenait précédemment la mort. Il y a pourtant une limite qui est atteinte lorsque le passage du courant en produisant le tétanos de tous les muscles du corps a amené un échauffement portant la température centrale au-dessus de 45 degrés. L'animal meurt alors parce que la chaleur coagule les fibres musculaires du cœur, comme l'a montré CLAUDE BERNARD. La preuve en est qu'on peut continuer l'électrisation à la condition de refroidir artificiellement l'animal.

L'échauffement considérable du corps dans l'électrisation n'est nullement dû, comme on le croit, à la résistance du corps s'échauffant comme un conducteur conformément à la loi de Joule. Dans la dernière électrocution faite en Amérique, par exemple, la température du supplicié a été trouvée de beaucoup au-dessus de la normale après la mort. On avait fait passer un courant de 3 ampères pendant cinquante secondes sous 1.500 volts, soit 4.500 watts ou environ 1 calorie par seconde. L'échauffement de ce fait n'eût pas donné plus de 50 calories à 60 calories pendant les cinquante secondes, ce qui, pour un homme du poids moyen de 75 kilogrammes, n'eût pas élevé sa température propre de 1 degré centigrade. La chaleur excessive amenée par l'électrisation est donc due uniquement à la contraction violente de tous les

muscles. Cette chaleur excessive amène rapidement la coagulation de la fibre musculaire et la rigidité cadavérique par un phénomène semblable à celui qu'on observe chez les animaux forcés à la course ou fourbus, phénomène bien connu des chasseurs. La mort par le courant alternatif est donc due, d'une part, à l'arrêt de la respiration et, d'autre part, à l'élévation de température due à la contraction violente et généralisée du système musculaire. Je ne saurais trop insister sur ce fait expérimental que les courants alternatifs industriels peuvent n'amener le plus souvent qu'une mort apparente, le retour à la vie étant généralement possible si la respiration artificielle est pratiquée immédiatement. *Un foudroyé doit donc être traité exactement comme un noyé.* Quand le choc électrique a été de courte durée (ce qui est généralement le cas), c'est l'arrêt de la respiration qui amène la mort par syncope : les contractions musculaires ont été alors de trop courte durée pour amener la coagulation des muscles par l'échauffement.

Partant de ces expériences, je me suis élevé contre l'électrocution qui est un moyen d'exécution que j'ai qualifié de barbare et d'infidèle. J'ai mis au défi les électrocuteurs américains d'oser pratiquer la respiration artificielle. Mon défi n'a eu d'autre résultat que de faire pratiquer l'autopsie du supplicié immédiatement après l'exécution, prudente précaution. Un fait récent vient de démontrer combien j'avais raison. Un homme a établi un court-circuit à travers son corps sur un courant alternatif de 4.500 volts (trois fois la tension employée par les électrocuteurs américains). Il a reçu le courant pendant au moins deux minutes. Il a été foudroyé. Ce n'est que quarante minutes après l'accident qu'on a pu pratiquer sur lui la respiration artificielle. Il est revenu à la vie et est sauvé aujourd'hui.

Cet exemple est typique pour montrer à quel degré l'électrocution est barbare et infidèle, comme je l'ai soutenu (1). Il montre également qu'un courant alternatif ne tue pas fatalement. Il en serait tout autrement avec le courant continu qui, à durée et à voltage égaux, eût amené, par électrolyse, des lésions irréparables.

Nous avons dit précédemment que, dans des travaux d'approche préliminaires, M. D'ARSONVAL avait nettement posé que, dans les effets de l'alternatif, à côté du *voltage* maximum atteint à chaque alternance par le courant, il y avait lieu de tenir parallèlement compte d'une autre variable possible : la *fréquence* des alternances. Et cela : *multiplier de plus en plus les alternances*, mais

(1) Ceci fut écrit en 1884. On a depuis « perfectionné » en Amérique les « agréments » de la chaise électrique. Mais l'état actuel qu'en exposait, *en* 1935, l'enquête d'un grand journal (*Paris-Soir*) confirme tout le mal que l'on a pour tuer par ce moyen le malheureux supplicié. *Mémoires du Docteur* AMOS O. SQUIRE, *ex-Médecin-Chef de la prison de Sing-Sing, U. S.*), in : *Paris-Soir* du 16 au 21 juillet 1935.

en maintenant cette fois toujours à la même valeur les conditions de voltage, et constater les effets produits, cela fut en quelque sorte le problème dominant de sa pensée à cette époque. Ecoutons-le nous exposer lui-même l'évolution de ses recherches pendant ces années (Exposé des Titres et Travaux, 1894, p. 52) :

J'ai fait connaître plus haut l'action physiologique des courants *alternatifs* de forme sinusoïdale *à basse fréquence*. J'ai montré également, dans le cas d'une excitation unique, l'influence capitale de la forme de l'onde électrique que j'ai appelée « *caractéristique de l'excitation* ». J'ai poursuivi ces recherches systématiques sur les effets de l'électricité, en me demandant ce que deviennent les phénomènes d'excitation neuromusculaire lorsqu'on augmente indéfiniment le nombre des oscillations électriques dans l'unité de temps. Le présent travail a pour but de résumer les phénomènes que j'ai pu jusqu'ici constater en excitant les tissus par des courants à fréquence graduellement croissante. Nous avons vu qu'avec des ondes sinusoïdales très étalées le nerf et le muscle ne sont pas excités ; il n'y a, dans ce cas, ni douleur, ni contraction musculaire, et le passage du courant s'accuse néanmoins par des modifications profondes de la nutrition, se traduisant par une absorption plus grande d'oxygène et une production plus considérable d'acide carbonique. En changeant la forme de l'onde, chaque onde électrique produira une secousse musculaire. En augmentant leur nombre, non seulement le nombre des secousses ira en augmentant, mais les diverses contractions iront en se fusionnant de plus en plus, jusqu'au moment où le muscle restera en contraction permanente. Le muscle est alors tétanisé ; il faut pour cela de 20 à 30 excitations à la seconde pour les muscles de l'homme. Lorsque le muscle est tétanisé, si on augmente le nombre des ondes, on augmente également l'intensité des phénomènes d'excitation, mais cela n'a pas lieu indéfiniment comme on serait tenté de le croire. A partir d'un maximum qui a lieu entre 2.500 et 5.000 excitations par seconde, on voit, au contraire, les phénomènes d'excitation décroître avec le nombre des oscillations électriques d'une façon indéfinie. Il en résulte ce phénomène surprenant que, avec des oscillations suffisamment rapides, on peut faire passer à travers l'organisme des courants qui ne sont nullement perçus, alors qu'ils seraient foudroyants si on abaissait la fréquence. J'avais pressenti ce résultat dès 1888, au cours de mes recherches sur la bobine d'induction, mais je ne pus en donner une première démonstration que dans mon cours du Collège de France (1889-1890), en employant l' « alternateur » que je vais décrire. Je vis alors clairement que l'excitation diminuait avec la fréquence, mais je ne pus supprimer complètement tout phénomène d'excitation avec l'alternateur en question. Je n'atteignis ce résultat qu'en décembre 1890, en substituant à ma machine, qui ne pouvait guère donner plus

de 10.000 excitations par seconde, l'admirable appareil que le Dr HERTZ venait de combiner et qui peut donner plusieurs *billions* d'excitations électriques dans une seconde...

Et voici l'exposé par M. D'ARSONVAL de ses essais antécédents à ceux par l'oscillateur de HERTZ et en particulier de l'ingénieux « alternateur mécanique » que, avec son habileté coutumière, il avait monté pour atteindre la fréquence, certes très grande, de 10.000 alternances à la seconde, mais qui était bien loin de ce que la « Haute Fréquence Hertzienne » allait lui apporter ensuite comme moyen d'investigation.

Parlant d'abord de ses essais avec la bobine de RUHMKORFF :

« J'en dirai peu de chose, écrit-il, sinon que c'est un instrument des plus infidèles avec lequel on peut à peine espérer atteindre 2.000 excitations par seconde — que l'on emploie comme interrupteur, soit le trembleur, soit un interrupteur automatique. Cela tient à la présence du fer doux du noyau qui, s'il se désaimante rapidement, demande au contraire un temps assez long pour s'aimanter et ce temps d'aimantation limite rapidement le nombre des ondes qu'on peut obtenir ; les ondes dues à l'aimantation sont, en outre, très différentes de celles que produit la désaimantation. De plus, la forme de ces ondes est inconnue et change lorsqu'on veut augmenter leur nombre.

Il faut donc rejeter complètement tous les appareils dans lesquels les courants sont produits par des variations d'aimantation du fer. Ce résultat est obtenu avec l'appareil suivant. Il se compose d'un inducteur et d'un induit. L'inducteur est formé d'une bobine cylindrique en fer, munie de deux grandes joues en fer, de 50 centimètres de diamètre. Cette bobine peut tourner rapidement autour de son axe monté sur pointes. Autour de l'axe est roulé un fil de cuivre isolé qui, traversé par un courant constant, polarise une des joues nord et l'autre sud. A la face interne des joues, et près de leur bord, sont implantées 100 chevilles en fer, qui se font vis-à-vis à deux, en laissant entre chaque couple nord-sud un petit espace libre de 1 centimètre environ. Dans cet espace libre, on maintient, au moyen d'un support fixe, une petite bobine circulaire *sans fer*, ayant la forme d'une galette, constituant le circuit induit. En mettant la grosse bobine en mouvement, chaque paire de pôles qui passe devant la bobine fixe y induit une double onde sinusoïdale dont on gradue l'énergie, pour une même vitesse de rotation, en modifiant l'intensité du courant qui crée le champ magnétique inducteur. Cet appareil permet de modifier, soit le nombre de périodes par seconde, soit la forme de l'onde. Il a le grand avantage de fournir un nombre d'ondes variable sans en altérer la forme. Il suffit, en effet, tout en laissant la vitesse de rotation constante, d'enlever les chevilles polaires de deux en deux pour diminuer le nombre des cou-

rants, engendrés pendant un tour complet de l'inducteur. Avec une seule paire de chevilles polaires, on n'a qu'une période par tour, avec 100, on en a 100 dans le même temps et les ondes produites ont la même forme, puisque les pôles qui passent devant la bobine fixe ont la même valeur et la même aimantation. Avec cet appareil, j'ai pu aller jusqu'à 10.000 alternances à la seconde.

M. D'ARSONVAL vient de nous dire et nous le soulignons : « *Je vis alors clairement que l'excitation diminuait avec la fréquence, mais je ne pus supprimer complètement tout phénomène d'excitation avec l'alternateur en question...* » Et c'est seulement en décembre 1890 qu'il put reprendre ces intéressantes recherches avec le nouvel outil que l'ingénieur allemand HEINRICH HERTZ avait découvert en 1887 pour obtenir, dans un tout autre but d'ailleurs, des fréquences extrêmes. Nous en reporterons le récit au chapitre suivant (1890-1914), puisque c'est toute une nouvelle tranche de la vie de M. D'ARSONVAL et de l'Histoire de la Science qui va, à partir de 1890, commencer avec son expérimentation sur l'organisme des courants de Haute Fréquence. Et son apport y sera tel que nous verrons les méthodes thérapeutiques qui en découlent prendre son nom même, constituant : la D'ARSONVALISATION.

Pourtant, avant de clore cette période 1882-1890, il n'est pas permis de ne pas tout au moins signaler bien d'autres études encore en électro-physiologie sur lesquelles s'exerça la sagacité du jeune Maître, leur trouvant toujours d'ingénieuses solutions. Nous devons en particulier mentionner sa présentation, à la Société de Biologie du 2 mai 1885, de *nouvelles électrodes impolarisables* pour l'étude de l'électricité animale. En voici la sommaire description avec la figure :

ELECTRODES IMPOLARISABLES POUR L'ETUDE DE L'ELECTRICITE ANIMALE

Avec les électrodes habituellement employées (zinc-sulfate de zinc) et dont le principe est dû à J. REGNAULD, on est obligé d'empêcher le contact du tissu avec la solution de sulfate de zinc en interposant un corps poreux ou plastique imprégné d'une solution à 6 pour 100 de chlorure de sodium, solution qui a la propriété de ne pas attaquer le tissu organique. Les électrodes ainsi constituées ne sont pas *homogènes*, c'est-à-dire qu'elles donnent une déviation au galvanomètre alors même qu'elles sont réunies par un conducteur ne présentant aucune force électromotrice. J'ai reconnu que cette non-homogénéité provenait

des courants électro-capillaires qui prennent naissance aux points de séparation des deux solutions : chlorure de sodium et sulfate de zinc. Le seul moyen de remédier à ce grave inconvénient était donc de trouver des électrodes à la fois *impolarisables* et *insolubles* dans la solution physiologique de chlorure de sodium.

Un fil d'argent recouvert de chlorure d'argent fondu remplit ces deux conditions.

Mes électrodes se composent simplement, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 70, d'un tube de verre effilé en pointe, T, rempli de la solution physiologique dans laquelle trempe le fil C d'argent chloruré. Ces électrodes peuvent recevoir les formes les plus variées. On peut même les mettre directement en contact avec les liquides de l'organisme qui contiennent normalement du chlorure de sodium ; le chlorure d'argent, à cause de son insolubilité, est sans action sur les tissus.

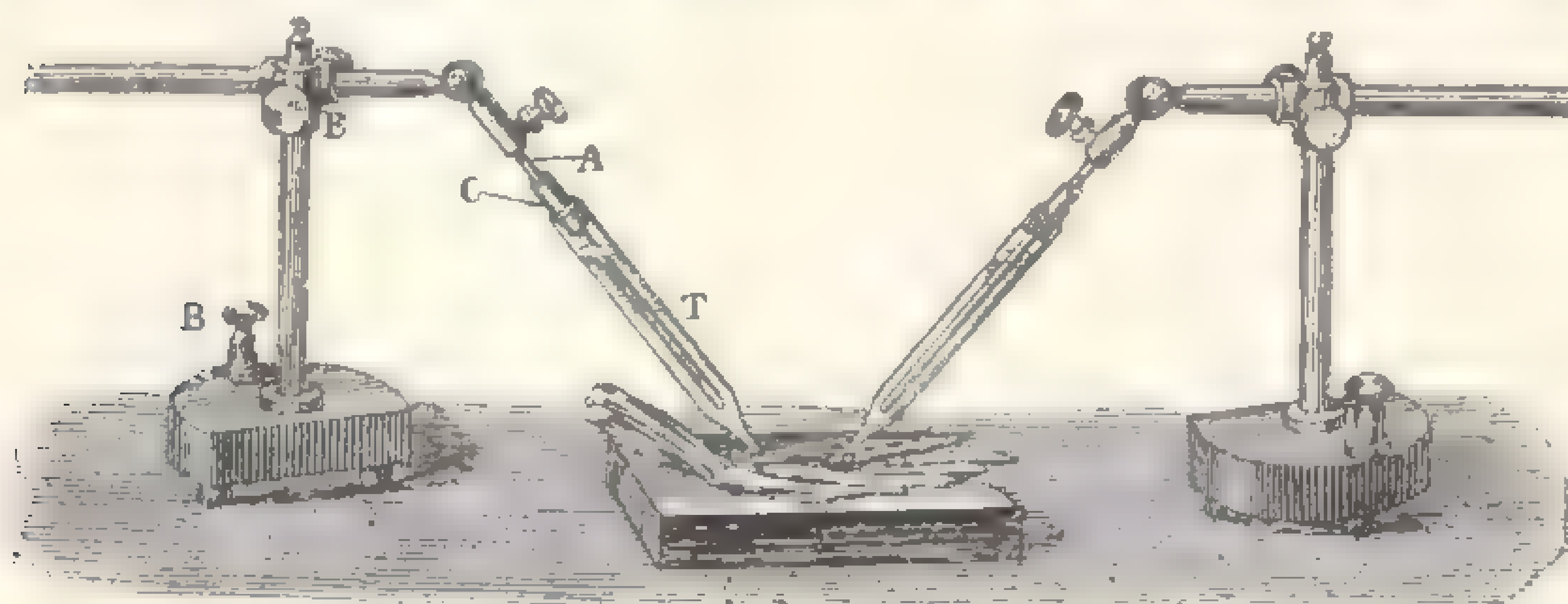


Fig. 70. — Électrodes impolarisables de M. D'ARSONVAL.

En leur donnant la forme d'une aiguille à acupuncture, *on peut enfoncer sans aucun inconvénient ces électrodes dans les muscles ou les tissus de l'homme vivant. J'ai pu ainsi constater sur moi-même le « courant de repos » et la « variation négative » lors de la contraction du muscle biceps.*

Et — pour donner une fois de plus idée de la variété des sujets auxquels, dans le même temps, l'esprit de M. D'ARSONVAL peut s'appliquer en y apportant partout la fécondité — en voici encore quelques-uns, contingents des problèmes dominants dans lesquels nous l'avons suivi. Mais nous nous contenterons de leur simple énumération, et encore bien incomplète, car devant l'étonnante production de M. D'ARSONVAL on est fatalement amené à cette exclamation de GEORGES CLAUDE en son discours du Jubilé : « Je passe, je passe, je passe... » Passons donc en citant simplement pour cette époque quelques titres de communications :

Appareil pour préparer l'oxygène à froid (Biologie, 1er avril 1882).

Procédé pour enregistrer les phases du dégagement d'acide carbonique dans la respiration (Biologie, 27 mars 1886).

Appareil pour inscrire la quantité d'oxygène consommée par un être vivant (Biologie, 22 janvier 1887).

Appareil pour étudier les différentes conditions physiques du milieu gazeux capables de modifier la respiration chez l'homme (Biologie, 10 décembre 1887).

Procédé pour absorber rapidement l'acide carbonique de la respiration (Biologie, décembre 1887).

Recherches sur l'importance, surtout pour les phtisiques, d'un air non vicié par les exhalaisons pulmonaires. En commun avec M. BROWN-SÉQUARD (Académie des Sciences, 28 novembre 1887).

Recherches démontrant que l'air expiré par l'homme et les mammifères, à l'état de santé, contient un agent toxique très puissant. En commun avec M. BROWN-SÉQUARD (Biologie, 24 décembre 1887, Académie des Sciences, 9 janvier 1888).

Nouvelles recherches sur les phénomènes produits par un agent toxique très puissant qui sort sans cesse des poumons de l'homme et des mammifères avec l'air expiré. En commun avec M. BROWN-SÉQUARD (Biologie, 14 janvier, Académie des Sciences, 16 janvier 1888).

Remarques à l'égard du poison pulmonaire. En commun avec M. BROWN-SÉQUARD (Biologie, 21 janvier 1888).

Toxicité de l'air expiré. En commun avec M. BROWN-SÉQUARD (Biologie, 28 janvier 1888).

Ressemblance entre l'action toxique de certaines ptomaïnes et celle du poison pulmonaire. En commun avec M. BROWN-SÉQUARD (Biologie, 4 février 1888).

Appareil permettant de faire respirer à des animaux de l'air libre et pur quant à ses proportions d'oxygène et d'acide carbonique, mais contenant des quantités considérables du poison de l'air expiré. En commun avec M. BROWN-SÉQUARD (Biologie, 4 février 1888).

Procédé pour enregistrer les phases de l'excrétion de l'urée par le rein (Biologie, 27 mars 1888).

Durée comparative de la survie chez les grenouilles plongées dans différents gaz et dans le vide (Archives de Physiologie, 1889).

Et maintenant, dans le domaine de l'optique, puis de la chaleur :

Nouvelle lumière à incandescence par le gaz. Application à l'examen microscopique, à l'analyse spectrale et à la photographie (Biologie, 18 février 1888).

Photographie du spectre d'absorption de l'hémoglobine. Existence d'une bande invisible à l'œil. Application médico-légale (Biologie, 4 mai 1889).

Spectrophotomètre différentiel sans polarisation (Biologie, 18 mai 1889).

Surdité produite par une lumière intense.

Et cela continuera les années suivantes par :

La fibre musculaire est directement excitable par la lumière (Biologie, 9 mai 1891).

Action de la lumière sur les microbes (Biologie, 1893).

Action des très basses températures sur les ferments (Biologie, 22 octobre 1892).

Filtration et stérilisation rapide des liquides organiques par l'emploi de l'acide carbonique liquéfié (Biologie, 1891).

Nouvelles fonctions chimiques de l'acide carbonique à haute pression (Biologie, 9 mai 1891).

Est-ce tout ? Eh bien non, car il nous reste maintenant à souligner d'autres sujets auxquels, dans ces mêmes temps, l'esprit de M. D'ARSONVAL, curieux de tout et mêlé à tout le mouvement scientifique de l'époque, se complaisait comme délassement de ses travaux fondamentaux.

Voici par exemple un souvenir de 1878 concernant la genèse de l'aéroplane et les premiers essais vraiment scientifiques de vol dans l'espace, lorsque tous ces « jeunes gens » groupés autour de MAREY — ce génie aussi de l'invention — se passionnaient déjà pour la réalisation d'un problème qu'ils pressentaient à la veille d'aboutir. Nous en emprunterons le récit à M. D'ARSONVAL luimême pour en conserver toute la saveur, en l'extrayant d'une fort belle lettre qu'il adressait en 1934 aux Directeurs-Fondateurs de la jeune Revue : *L'Avion sanitaire* :

« Enfin ! Voilà une Revue qui, répondant à un sentiment humain, dresse l'avion sanitaire en face de l'avion de combat, oppose l'engin de vie à l'engin de mort. Bravo !!!

Je suis fier de voir le viril Hippocrate et ses disciples prendre à la gorge le sanguinaire Dieu de la Guerre et l'obliger à faire de l'avion une nouvelle lance d'Achille capable de guérir les blessures qu'elle fait.

Je suis fier d'appartenir à cette armée pacifique des biologistes dont

l'unique souci est d'appliquer toutes les découvertes de la science au soulagement de la misère humaine...

Même avant sa réalisation pratique, nombre de physiologiste et de médecins rêvaient de faire de l'avion un engin d'exploration et de sauvetage.

Je me rappelle qu'en 1878, pour la fête de MAREY, au Collège de France, ses élèves lui offrirent un *aéroplane* (on ne disait pas *avion* à cette époque !)

Cet engin était imaginé et construit par le très ingénieux mécanicien TATIN, que nous encouragions suivant nos moyens. Il travaillait au laboratoire de MAREY et aux ateliers de *Chalais* (1).

Ce jour-là, notre camarade A. BLOCH avait, dans une pièce humoristique, énuméré plaisamment tout ce qu'on pourrait faire avec un aéroplane, comme le fit ROBIDA quelques années plus tard. Chacun de nous avait apporté sa suggestion au poète d'occasion.

L'aéroplane en question est décrit dans les Travaux du Laboratoire de MAREY, années 1878-79 (MASSON, éditeur).

La pièce de vers remise à MAREY n'y figure pas, malheureusement. Je crois bien que mon vieil ami CHARLES RICHET et moi, sommes les seuls survivants de cette fête qui date de près de 60 ans (2).

De la pièce de vers en question, seul le refrain m'est resté :

En vous suivant, dans les nuages
Nous volerions, mon cher Tatin,
Nous cracherions (3) *sur les sauvages*
Si votre but était atteint.

Les idées généreuses lancées d'abord par des francs-tireurs fantaisistes pour les faire accepter, finissent toujours par triompher. Pour les voir entrer dans le domaine public, il suffit de durer.

Et c'est d'ailleurs ce qu'a fait M. D'ARSONVAL.

Nous venons de l'entendre parler des ateliers de Chalais-Meudon. C'était le champ d'expériences des frères RENARD et de cet autre officier du génie, KREBS — pionniers ardents et chercheurs infatigables dans l'aérostation et la solution du ballon dirigeable — et c'est là, nous dit M. D'ARSONVAL, que furent mises au point les fameuses piles chloro-chromiques qui servirent à mouvoir et à diriger avec KREBS le premier dirigeable *France* (voyage avec retour au port entre Chalais-Meudon et Villacoublay : 9 août 1884).

---

(1) Chalais — Meudon, près Paris.

(2) Lors de cette letre, en 1934, le Professeur CH. RICHET était encore vivant.

(3) Nous avons même de très sérieuses raisons de croire que le texte original portait : « Nous p...isserions ! »

M. D'ARSONVAL se rendait très souvent à Chalais-Meudon, y rencontrant encore SANTOS DUMONT, et échangeant dans ce groupe mille propos d'ingéniosités mécaniques.

Du même temps, les premiers timides essais de l'engin qui allait, lui aussi, révolutionner la vie sociale : la voiture automobile. M. D'ARSONVAL, qui connaissait, d'autre part, l'admirable

Fig. 71. — Une voiture PANHARD, au début de l'automobile, début auquel avec LEVASSOR et MAYADE, participa M. D'ARSONVAL.

inventeur du moteur à explosion à quatre temps : FERNAND FOREST, « fréquentait » souvent chez un voisin et ami, l'ingénieur LEVASSOR, attaché à l'entreprise de bois PANHARD. Or, dans les ateliers de celle-ci, un moteur à essence DALMER de 2 CV établi sur un bâti fixe, faisait fonctionner la scie débitant les pièces de bois. Qu'à cela ne tienne ! « Nous décidâmes, un beau jour de 1891, nous dit M. D'ARSONVAL, LEVASSOR et moi, avec le chef d'atelier MAYADE, de disposer ce moteur sur un chariot

mobile et nous construisîmes ainsi l'un des premiers engins à rouler sur le sol. Dès lors, avec PEUGEOT, de DION-BOUTON, les PANHARD-LEVASSOR, BOLLÉE, LOUIS RENAULT, les étapes furent rapides et en 1894 se place la fameuse course Paris-Rouen à la vitesse de 21 kilomètres à l'heure. » Et M. D'ARSONVAL nous conte encore les primitives voitures de différents modèles qu'il acquit et essaya et les souvenirs « émus » qu'il en garde lorsque, copieusement secoué sur des jantes à bandes pleines — c'est Michelin, nous dit-il, qui allait rendre l'automobile « viable » — il fallait descendre plus que souvent pour réveiller l'allumage à la mousse de platine. « *Heureux temps de l'automobile*, ajoute-t-il, *où tout était à perfectionner, où il y avait partout à trouver, partout à inventer, car, de nos jours où il n'y a plus de pannes, l'automobile a perdu tout son intérêt !* »

Puisque nous évoquons les « fermentations de la pensée » en cette époque allant de 1882 à 1890, n'oublions pas de rappeler aussi les quelques grands faits politiques et sociaux qui la caractérisèrent, avec, en particulier, la crise du Panama suivie de celle du Boulangisme, et puis, au lendemain de l'échec de celle-ci, l'Exposition de 1889.

De ces luttes politiques, M. D'ARSONVAL se souvient par les tumultes et manifestations dont les Chambres ou la rue furent alors les théâtres. Il nous redit le réseau de difficultés et d'intrigues dans lequel, par suite d'une préparation trop hâtive et de conditions sanitaires insuffisamment prises en considération, se trouvèrent enfermés, à l'occasion de la grandiose idée française du percement de l'isthme de Panama, des hommes tels que FERDINAND DE LESSEPS et son entourage, les CORNÉLIUS HERTZ, les REINACH, etc..., lorsqu'ils voulurent forcer le destin ; l'affolement qui atteignit à un moment donné ces hommes rencontrant dans le Parlement tant d'appétits rapaces. Il nous rappelle le beau livre du Colonel PHILIPPE BUNAU-VARILLA (1), montrant ses prodigieux efforts couronnés de succès en 1902 pour que l'idée française fût continuée par les Etats-Unis abandonnant leur projet

---

(1) PHILIPPE BUNAU-VARILLA : *Panama*, la Création, la Destruction, la Résurrection, chez Plon-Nourrit, Paris, 1913.

A la même librairie, 1934 : *Le Sauvetage du Canal de Panama*, traduction d'un article du Capitaine GEORGES-J.-B. FISHER, de la Marine militaire des Etats-Unis, dans la : « U. S. Naval Institut Proceedings », de septembre 1933.

du Nicaragua. Et dans la crise politique qui suivit — celle du Boulangisme — il se souvient bien du 14 juillet 1886, journée triomphale et exaltante pour le nouveau ministre de la Guerre ; puis du fameux départ, deux ans après, à la gare de Lyon, sous des acclamations délirantes, du général limogé... à Clermont-Ferrand, et des élections du 29 janvier 1889, qui eussent pu mener à l'Elysée un homme de plus d'audace et de plus de cran ; enfin, de sa fuite à Bruxelles, le 1er avril de la même année, laissant alors s'accomplir, dans une atmosphère relative d'apaisement, l'Exposition de 1889.

A cette Exposition, M. D'ARSONVAL participa par ses appareils en différents stands des maisons exposantes, mais « ce fut, dit-il, une manifestation plutôt populaire et universelle que scientifique et il ne s'y tint aucun Congrès dans lequel j'eusse pu trouver matière pour mes travaux ».

Nous avons tout à l'heure évoqué un nom d'animateur : BUNAU-VARILLA. C'est de ces années-là, en effet, c'est-à-dire de plus de cinquante ans, que date la grande amitié qui unit à M. D'ARSONVAL les frères BUNAU-VARILLA : MAURICE B.-V., le Directeur du *Matin*, et son frère le Colonel PHILIPPE B.-V., l'ingénieur du tour de force que nous venons d'évoquer, et qui, après avoir ainsi, en 1902, en Amérique, sauvé l'idée française, devait, en 1917, par la verdunisation des eaux, contribuer à sauver Verdun. L'amitié des deux frères BUNAU-VARILLA avec M. D'ARSONVAL est de celles qu'évoque MONTAIGNE parlant d'ÉTIENNE DE LA BOËTIE : une amitié d'affinités profondes, d'intelligence et de cœur ; une amitié élevée sur un plan supérieur, d'où, en commun, on domine les grands horizons.

C'est aussi de cette époque que datent ces vieilles « cordialités » entretenues — jusqu'à leur mort — avec les sénateurs ASTIER, MENIER... tant d'autres encore dont si peu demeurent !

Après cette rapide revue des hommes et des choses, en ce temps-là, nous ne continuerons pas davantage l'énoncé de tous les milieux où l'on pense, où l'on agit, où l'on trouve, invente et perfectionne, que fréquentait alors avec passion le professeur ARSÈNE D'ARSONVAL, milieux où la fertilité de son génie inventif semait, de droite et de gauche, d'heureuses inspirations. Ce

n'étaient là, après tout, que les à-côtés et les amusements de sa vie de savant, par ailleurs accaparée par l'étude approfondie de la Machine Humaine et de ses processus intimes encore si obscurs, dans lesquels il pouvait se donner à cœur-joie de regarder et de découvrir. Et nous l'allons voir maintenant y révéler la plus sensationnelle « découverte » !

CHAPITRE VII

1890-1914 (pars prima)

L'EDIFICATION DE LA HAUTE FREQUENCE THERAPEUTIQUE

SOMMAIRE

Passage aux très hautes fréquences avec l'oscillateur de HERTZ ; explication de celui-ci. — Influence à distance de l'oscillateur. — Application envisagée, par l'ingénieur austro-américain TESLA, des courants de HERTZ à une nouvelle solution de l'éclairage électrique et sa constatation de l'étrange indifférence du corps humain traversé par de pareils courants. — Priorité de d'ARSONVAL en ces constatations physiologiques. — Création du montage de haute fréquence devenu classique et universel sous le nom de : « Montage à la d'ARSONVAL. » — Divers modes d'application à l'organisme envisagés dès le début par M. d'ARSONVAL et premiers résultats publiés. — Adjonction de la « bobine résonatrice » du Dr OUDIN. — Application du résonateur de OUDIN à l'étude physiologique de l'effluvation. — Une date mémorable : première application hospitalière de la Haute Fréquence (Hôtel-Dieu de Paris, juin 1895). — Le chemin depuis parcouru : les services de d'ARSONVALISATION dans les hôpitaux du monde entier en 1936. — Retour aux origines et premières applications.

« En physiologie surtout, on peut dire ce que FARADAY dit en physique : « *L'absurde n'est pas impossible.* »

CLAUDE BERNARD.

Nous avons entendu M. D'ARSONVAL nous dire ci-dessus en parlant de cet « alternateur à chevilles » qu'il avait construit pour soumettre l'organisme à de très fréquentes alternances :

« Je ne pus supprimer complètement tout phénomène d'excitation avec l'alternateur en question. Je n'atteignis ce résultat qu'en décembre 1890, en substituant à ma machine qui ne pouvait guère donner plus de 10.000 excitations par seconde, l'admirable appareil que le Dr HERTZ venait de construire et qui peut donner plusieurs billions d'excitations électriques dans une seconde. »

Nous allons donc voir maintenant M. D'ARSONVAL, avec cet appareil, prouver cette étonnante loi qu'il avait depuis longtemps pressentie : « ...qu'avec des oscillations suffisamment rapides, on peut faire passer à travers l'organisme des courants qui ne sont nullement perçus, alors qu'ils seraient foudroyants si on abaissait la fréquence. » En raison de l'accueil... plutôt « frais », comme on le verra, que reçut, à cette époque et même en certains milieux scientifiques, une telle déclaration, c'est ici le lieu de souligner que, dans l'observation de faits de la nature, il ne faut s'étonner de rien, ne pas avoir d'idées préconçues, et se dire

toujours que ce que nous pourrions *a priori* juger *absurde*, de par nos conceptions antérieures, *peut ne pas être impossible*.

Et, avec cette étude, va commencer le plus beau chapitre des multiples découvertes de notre grand physicien-physiologiste, c'est-à-dire la science de ces courants de Haute Fréquence dont il a, au cours de quarante-cinq années d'étude, fouillé toutes les modalités, dégagé tous les partis qu'on en pouvait tirer, et, bien plus encore, préparé par eux, comme nous le verrons, l'accès à la compréhension de ce monde des ondes et rayonnements divers dont les travaux des ROENTGEN, des BECQUEREL, des CURIE, des PERRIN, des LANGEVIN, des JOLIOT, etc..., vont successivement montrer les fantastiques perspectives allant jusqu'au *De Naturâ Rerum*, jusqu'à l'unité originelle de la matière.

Qu'était-ce donc que ces ondes de Haute Fréquence qu'un jeune ingénieur allemand de 32 ans, HENRI-RODOLPHE HERTZ, Professeur à l'Ecole Technique Supérieure de Carlsruhe, venait, trois ans auparavant, de produire pour la première fois « en série », avec un « alternateur » singulier (oscillateur), aussi différent que possible des pauvres « alternateurs » industriels que nous avons vus, puisque parcouru par des « trains d'ondes oscillantes » à fréquence astronomique et telles que, si elles se succédaient sans les interruptions et coupures que nous allons voir, ces ondes atteindraient plusieurs centaines de millions d'alternances par seconde !

Regardez les figures ci-dessous, dont la première donne le schéma d'un courant alternatif industriel de, par exemple, 50 périodes, c'est-à-dire : 100 alternances, 100 « va-et-vient » ou changements de polarité à la seconde. On y voit cet « alternatif régulier » se poursuivre uniformément et continuement — ajoutons même : tranquillement, on verra pourquoi — tant que l'alternateur fonctionne. Dans la seconde figure, c'est l'image du courant alternatif de Haute Fréquence qui « secoue », si l'on peut dire, l'oscillateur de HERTZ et l'éther ambiant où il résonne à chaque fois qu'il s'y produit : courant d'une dizaine de périodes à chaque émission avec amplitude dégressive, et qui n'occupe qu'un temps infime de la seconde, dans laquelle plusieurs dizaines de millions de « trains » semblables pourraient prendre place, s'ils étaient enchaînés ! Comme ces trains d'ondes invraisemblablement rapides se produisent seulement une cinquantaine de fois par seconde, il est facile de concevoir les énormes silences qui séparent chaque train.

On peut, en quelque manière, comparer ces « trains d'ondes »

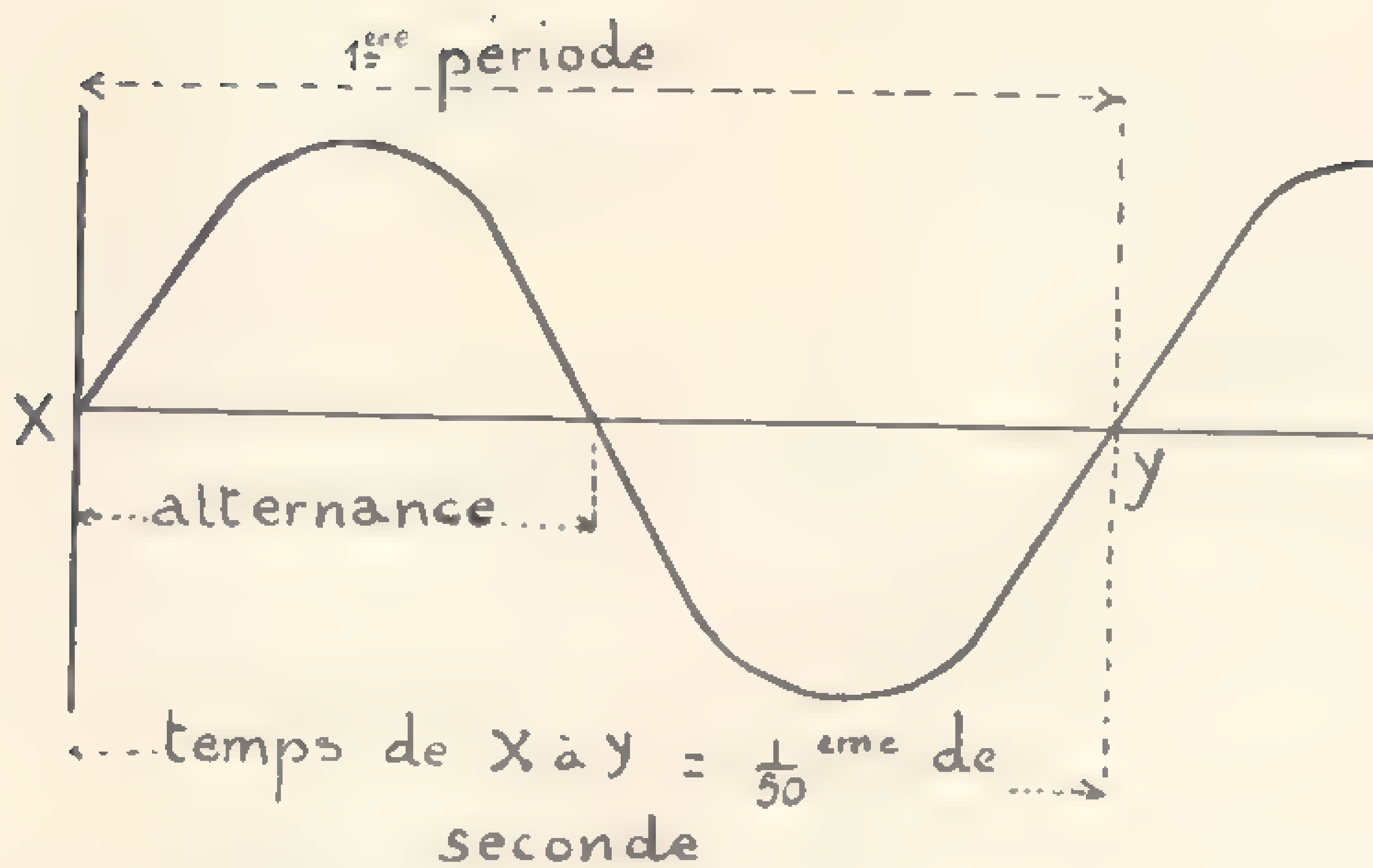


Fig. 72. — Représentation graphique de l'évolution régulière d'un courant alternatif industriel de 50 périodes à la seconde. Comme on n'a pu figurer ici que une période entière, le temps représenté de X à Y est donc de 1/50e de seconde.

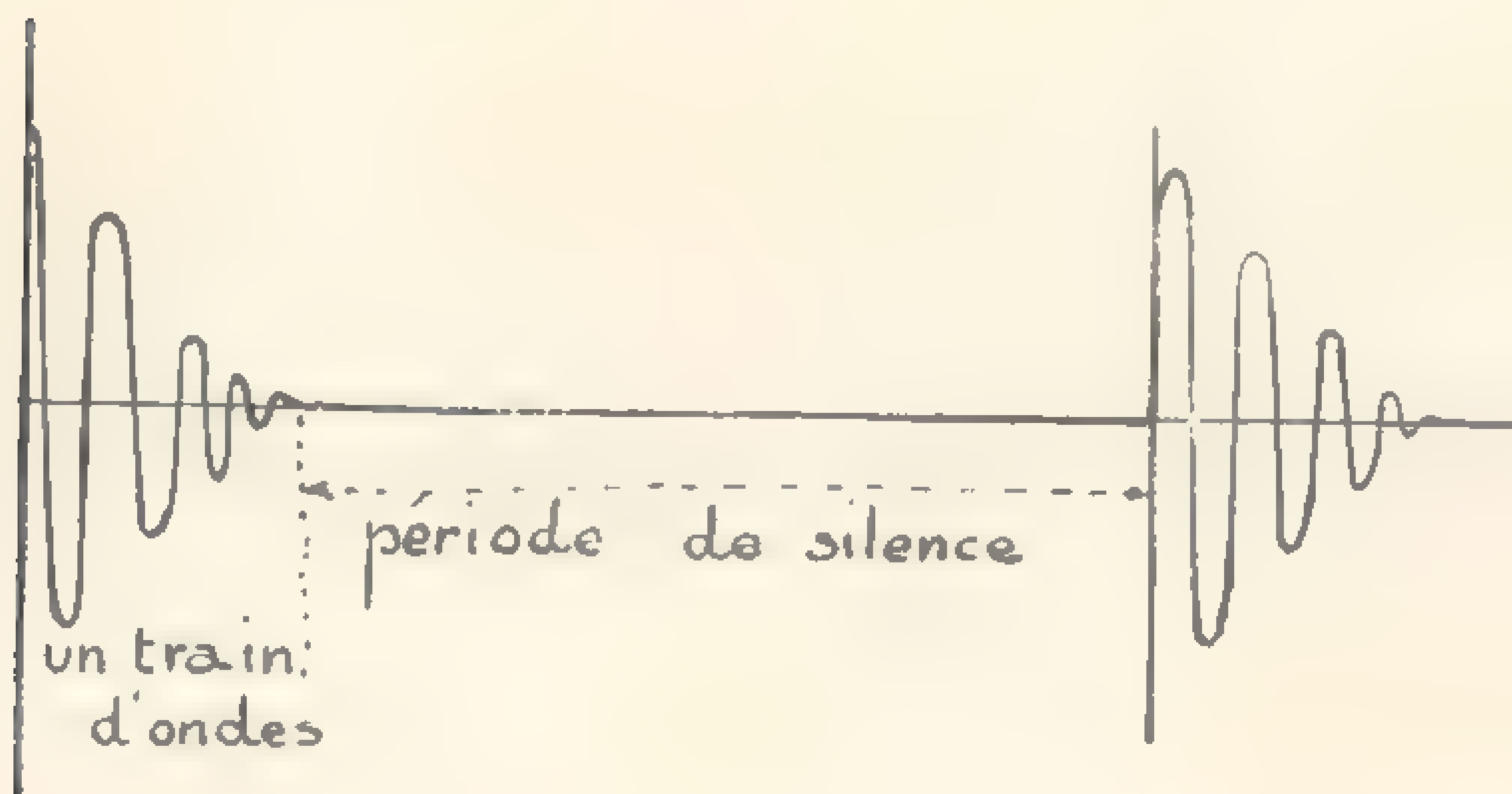


Fig. 73. — Ici, salves ou trains d'ondes de Haute Fréquence. Si le régime de la bobine generatrice est aussi de 50 interruptions par seconde, on aura un train d'ondes tous les 1/50e de seconde. Mais chaque train d'ondes y occupe un temps infiniment moindre que celui que nous avons dû figurer pour le rendre visible, car si les périodes étaient enchaînées continuement comme sur la fig. 50, ce sont des millions de périodes qui rempliraient ce 1/50e de seconde.

électro-magnétiques s'échappant de l'oscillateur de HERTZ aux vibrations sonores et progressivement éteintes que lancerait à travers les airs un battant de cloche heurtant le bronze de celle-ci à intervalles espacés, et on a justement dit que les trains d'ondes électro-magnétiques produits par l'oscillateur seraient, dans une seconde, à peu près comme les trains d'ondes sonores d'une cloche où le battant tomberait une fois environ toutes les six ou huit heures !

ONDES ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

Tableau des longueurs d'ondes en fonction des fréquences

ONDES LONGUES ET MOYENNES		ONDES COURTES	
FRÉQUENCES	LONGUEURS D'ONDES	FRÉQUENCES	LONGUEURS D'ONDES
500.000 périodes	600 mètres	7.500.000 périodes	40 mètres
1.000.000 —	300 —	10.000.000 —	30 —
1.500.000 —	200 —	15.000.000 —	20 —
2.000.000 —	150 —	30.000.000 —	10 —
3.000.000 —	100 —	60.000.000 —	5 —
5.000.000 —	60 —	150.000.000 —	2 —
6.000.000 —	50 —	300.000.000 —	1 —

Par le tableau ci-dessus, aidé des figures précédentes, nous pensons résumer et éclairer les notions fondamentales de ce qu'on appelle la « fréquence de la période oscillante », et, d'autre part, la « longueur d'onde ». On voit, par ce tableau, que plus la « longueur d'onde est grande », et moins il y a de « périodes » à la seconde. Ainsi, avec six cents mètres de longueur d'onde, on ne compterait à la seconde que cinq cent mille périodes enchaînées, tandis que, avec un mètre de longueur d'onde, il se placerait 300.000.000 de périodes, la relation proportionnelle des périodes aux longueurs d'onde étant bien facile à établir, en sachant que les ondes électro-magnétiques voyagent dans l'éther à la vitesse de la lumière, soit 300.000 kilomètres (300 millions de mètres) à la seconde. Si la fréquence jugée sur une seconde est de 500.000 périodes, une période occupera donc le 1/500.000e de 300 millions de mètres, soit $\frac{300.000.000}{500.000}$ = 600 mètres, et si la fréquence s'élève à 300 millions de périodes, alors une période

devient le 1/300.000.000ᵉ de 300.000.000 de mètres, soit

$$\frac{300.000.000 \text{ mètres}}{300.000.000 \text{ périodes}} = 1 \text{ mètre},$$

comme il est indiqué au tableau (1).

Pour permettre de mieux « se figurer » encore les phénomènes d'émission et propagation des ondes *électro-magnétiques* et

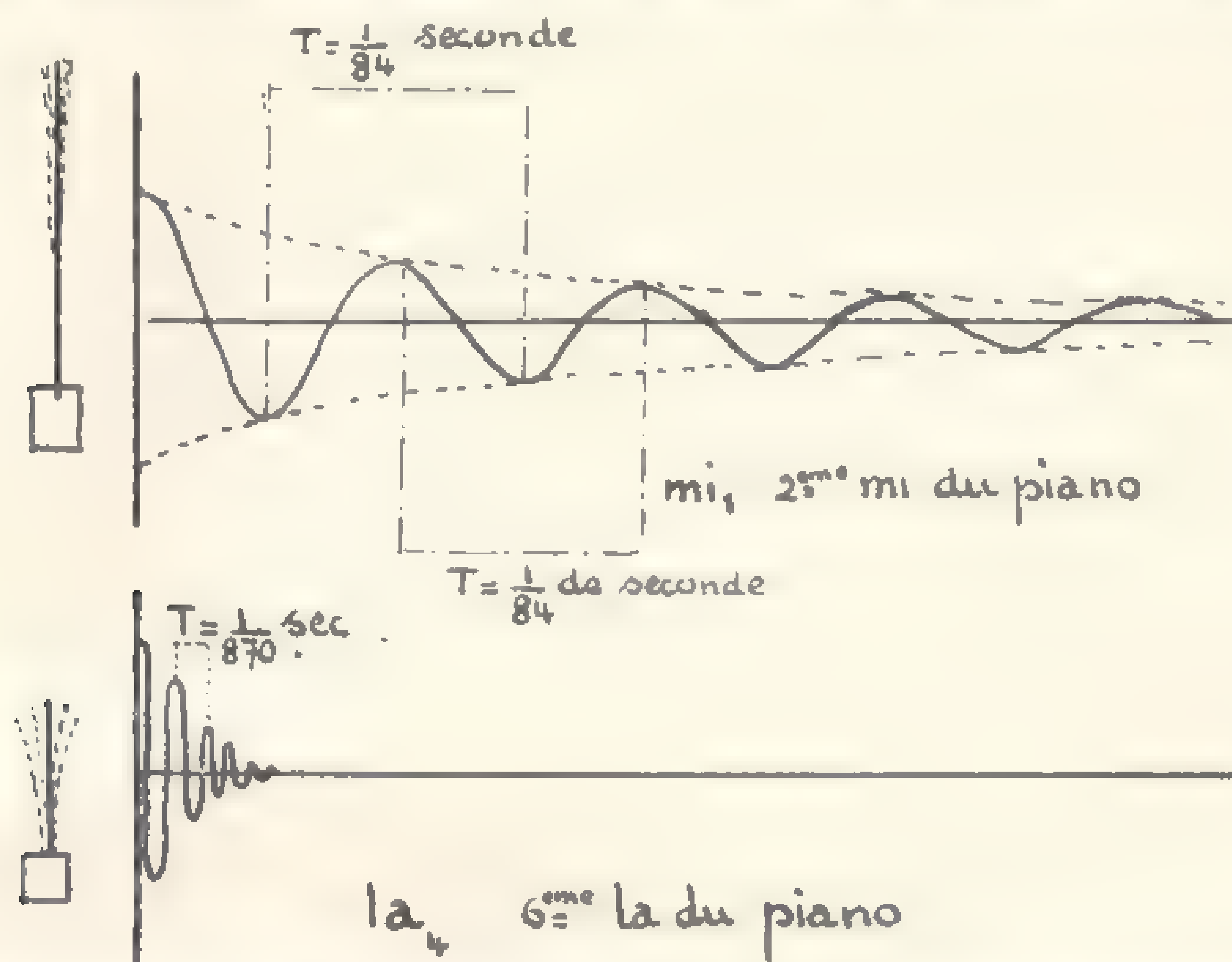


Fig. 74-75. — Représentation schématique (et non en échelle absolue, faute de place) : En haut, des vibrations d'un diapason lançant le mi_1 des physiciens (ou 2ᵉ mi d'un clavier de piano). — En bas, des vibrations d'un diapason lançant le la_4 des physiciens (6ᵉ la d'un clavier de piano). On voit que : en haut de la figure (mi 1) la durée de propagation d'une période dans l'air est de 1/84ᵉ de seconde, et qu'en bas de la figure (la_4), la durée d'une période est de 1/870ᵉ de seconde.

de leur longueur d'onde *en fonction des appareils en jeu*, nous donnons (fig. 74-75) — mais dans un tout autre milieu (ici propagation par l'air) et à une toute autre échelle — deux images d'ondes *sonores* produites aux deux extrémités du clavier vocal humain. En haut : par des cordes vocales masculines (voix

---

(1) La relation formulaire : de la longueur d'onde (λ), de la vitesse de la lumière (V), et de la durée (T) d'*une* période est, on le voit :

$$\lambda = V \times T, \text{ par exemple } 1 \text{ mètre} = 300.000.000 \times \frac{1}{300.000.000}$$

de basse) ou par un diapason descendant à la note très grave du mi_1 des physiciens (2^e mi d'un clavier de piano) ; et, en bas : par des cordes vocales féminines (voix de soprano) ou un diapason montant au la_4 des physiciens (6^e la du piano). On voit que, dans le premier cas, la durée d'une période est de $1/84^e$ de seconde (soit 84 périodes par seconde) et, dans le second cas, de $1/870^e$ de seconde (soit 870 périodes par seconde). Comme la vitesse de propagation du son *dans l'air* est de 330 mètres par seconde, il est facile d'établir que dans le cas du mi_1 (note inférieure de la voix de basse), la longueur d'onde est le $1/84^e$ de 330 mètres, soit

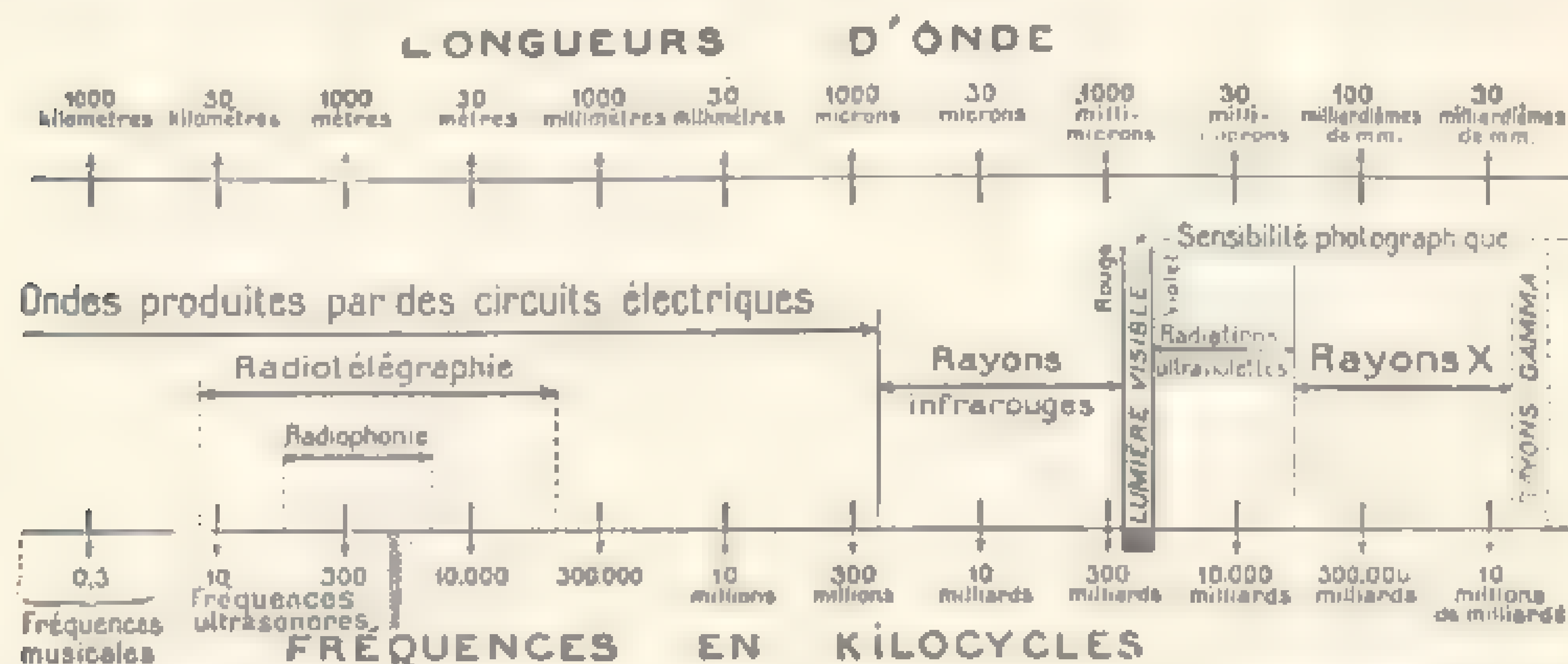


Fig. 76. — Les différentes sortes d'ondes et rayonnements *électro-magnétiques.* On les voit commencer à des fréquences qui sont celles observées dans un autre milieu : l'air pour les sons (d'où l'expression comparative de *fréquences musicales*, mais sans aucune analogie de nature et de milieu entre les ondes *électro-magnétiques* et les ondes *élastiques*). De ces fréquences infimes de quelques centaines de *cycles* ou *périodes* (autour de o kilocycle 3, et alors avec environ un millier de kilomètres de longueur d'onde), on arrive à des dix millions de milliards de kilocycles — ou dix mille millions de milliards de périodes — avec 30 milliardièmes de millimètre de longueur d'onde pour les rayons X les plus durs et les plus pénétrants.

3 m. 86, et que pour le la_4 (note supérieure de la voix de soprano), la longueur d'onde est le $1/870^e$ de 330 mètres, soit 0 m. 38 cm. En transposant cette figure dans le tout autre milieu des ondes électro-magnétiques, on saisira plus facilement par comparaison comment, suivant les conditions de construction des appareils émetteurs, on peut avoir des variétés de fréquences et de longueurs d'ondes dont quelques-unes sont inscrites dans le tableau précédent (p. 242).

Enfin — dernier effort d'expression de ces notions fondamentales — voici tiré de : « *Idées nouvelles sur l'Electron, les Piles, etc...* », par MARCEL BOLL (chez Larousse) — et avec la bienveil-

lante autorisation des éditeurs — une figure récapitulative du « clavier des rayonnements électro-magnétiques » (fig. 76). Elle est suffisamment expliquée par sa légende pour que nous n'ayons pas à y insister.

Après ce parallèle suivi — en leurs milieux différents — des ondes « électro-magnétiques » et des ondes « acoustiques », pour bien comprendre maintenant l' « oscillateur de HERTZ », qui va être si précieux à M. D'ARSONVAL, il faut un peu connaître quel était le but des recherches que poursuivait depuis quelques années ce jeune physicien allemand, élève du grand HELMOLTZ, sous l'inspiration de son Maître.

Certes, on connaissait déjà l'existence, et on avait même bien

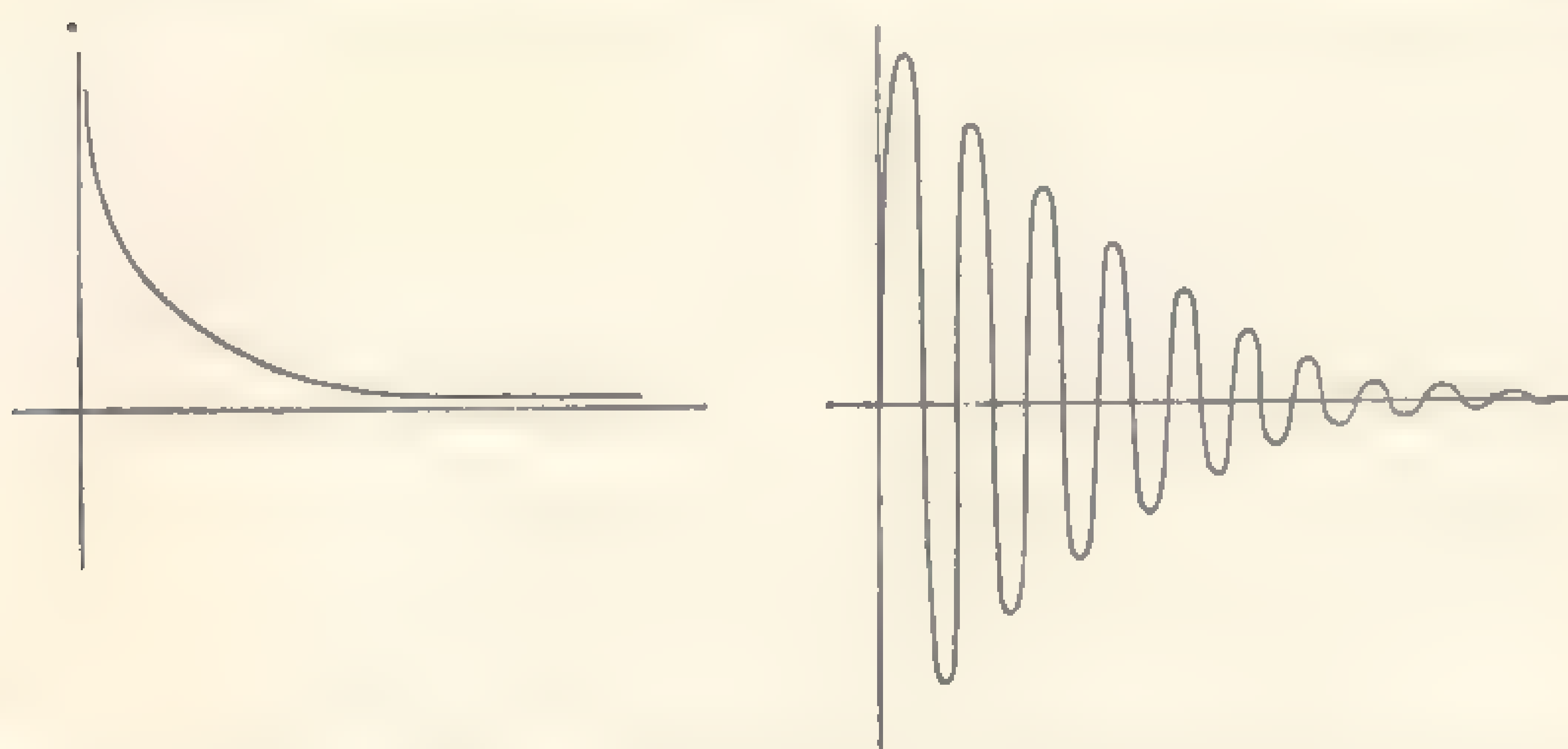


Fig. 77. — A gauche : Décharge continue. A droite : Décharge oscillante.

analyse la nature, de ces singuliers courants qu'on savait naître dans certaines conditions de décharge d'un condensateur : de la « bouteille de LEYDE », par exemple, de nos cabinets de physique. Et les travaux de HELMOLTZ, de FEDDERSEN, avaient justifié les prévisions de FARADAY et les calculs de son élève MAXWELL, à savoir : que, moyennant certains rapports de conduction et d'induction entre les éléments constituant le circuit, la décharge d'un condensateur, au lieu de se faire d'une façon uniforme et continue, par une étincelle « tenue et suivie » en quelque sorte (fig. 77 à gauche), s'effectuait alors par une série d'étincelles extrêmement brèves, sèches, hachées (fig. 77 à droite).

Une des conditions fondamentales qui fait la décharge d'un condensateur : ici, continue ; là, oscillante, c'est la résistance générale du circuit. Et, sans vouloir expliquer comment et pour-

quoi les mathématiciens ont établi que : pour que la décharge soit oscillante, il faut que la dite « résistance » générale R soit plus petite que le double de la racine carrée du quotient « self induction » L du circuit par « capacité » C du condensateur :

$$R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

on peut cependant, par des comparaisons que nous avons souvent entendues de M. D'ARSONVAL lui-même, faire saisir l'importance en pareille matière de cette faible résistance du circuit de décharge.

Pour reprendre l'image du battant de cloche de tout à l'heure, on n'obtiendrait plus du tout de vibrations sonores si on mettait le

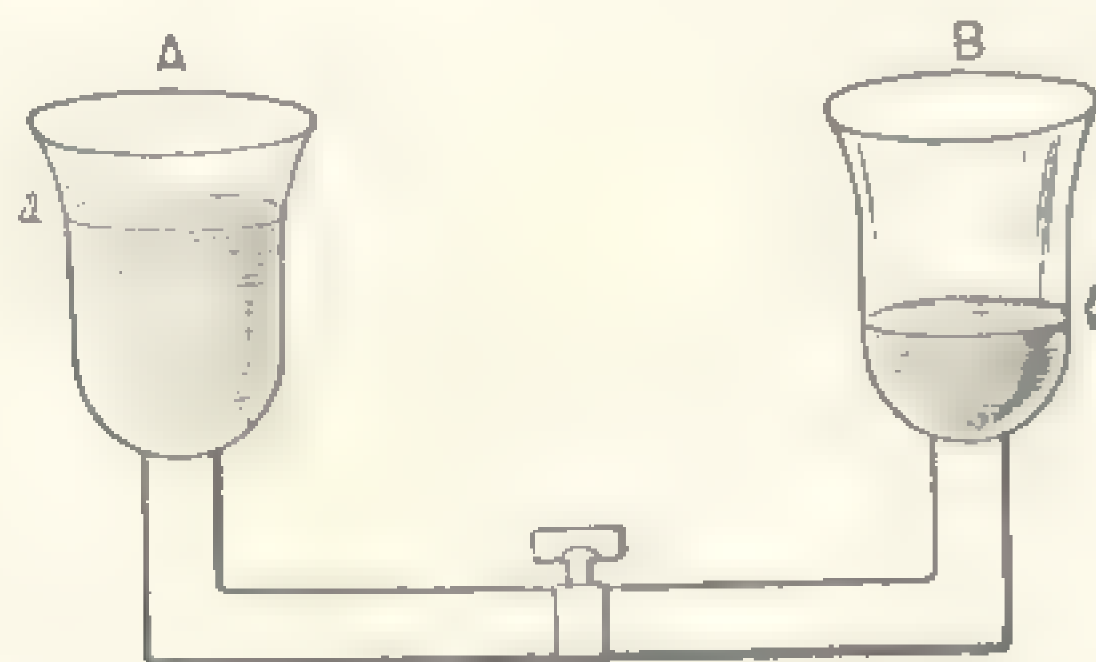


Fig. 78. — Aspects variables (continu, oscillatoire), de l'écoulement de l'eau entre deux vases, suivant la *résistance* trouvée dans le tuyau d'écoulement.

système (cloche-battant) dans un liquide épais et visqueux, constituant alors à l'ébranlement une *résistance* cent fois supérieure à celle de l'air. Ou encore — si on imagine un écoulement d'eau entre deux vases communicants (fig. 78) — il n'y aura va-et-vient oscillatoire du liquide que si on réduit au minimum la *résistance* à la communication grâce à un très gros tuyau et en ouvrant largement et d'un seul coup le robinet de passage.

Eh bien ! de même dans la décharge d'un condensateur, d'une bouteille de LEYDE par exemple. Si — par certains dispositifs qu'on verra tout à l'heure réalisés en grand par HERTZ — on facilite l'écoulement d'une armature à l'autre, on aura (fig. 77) une décharge oscillante (au lieu de la décharge continue schématisée à côté pour un système de grande résistance).

Nous avons dit que la durée oscillatoire de la décharge d'un condensateur électrique était quelque chose d'invraisemblable-

ment court dans la seconde. Mais si, encore, par un dispositif électrique bien choisi, on arrive à renouveler assez rapidement la charge du condensateur, de notre bouteille de LEYDE déchargée, on va donc faire se succéder dans le circuit (supposé satisfaisant aux exigences L et C que nous avons dites) une série de décharges oscillantes, de trains d'ondes amorties (fig. 73) — trains d'ondes d'autant plus répétés que l'on pourra plus rapidement provoquer les charges du condensateur. C'est, pour reprendre la comparaison, comme la cloche qui tintera à intervalles plus ou moins rapprochés suivant qu'on pourra relancer son battant plus ou moins vite.

On va voir que HERTZ imagina de réaliser les recharges les plus rapides possibles de son condensateur en s'adressant pour cela à une bobine de RUHMKORFF, laquelle lui permettait, avec une cinquantaine de pulsions-charges par seconde, d'obtenir donc une cinquantaine de décharges, chacune d'une dizaine d'ondes amorties. Mais, dans ces conditions encore, chaque train d'onde, ainsi répété tous les cinquantièmes de seconde, n'occupant que quelque chose comme le billionième de la seconde, on voit qu'il y avait de la marge pour attendre le déclanchement oscillatoire suivant.

Au surplus, HERTZ, s'il se trouvait alors limité, marchant à la bobine de RUHMKORFF, à une cinquantaine de déclanchements par seconde, pouvait cependant faire occuper aux trains d'onde, dans la durée de la seconde, une fraction plus ou moins importante, en vertu d'une autre relation découverte aussi par les mathématiciens et qui exprime que la « période », c'est-à-dire la durée T d'une des dix oscillations (environ) du train est d'autant plus longue que la capacité C du condensateur et la self L sont plus grandes :

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Or, HERTZ, lui, courait après des ondes aussi peu étalées, aussi courtes que possible, et nous allons dire tout à l'heure pourquoi. Aussi, pour avoir T tout petit, rattacha-t-il à la bobine, non une bouteille de LEYDE, mais un circuit condensateur à capacité C et à self L relativement « microscopiques », donnant ainsi des ondes aussi courtes que possible (fig. 79).

C'est que, depuis quelque temps (MAXWELL, FEDDERSEN, HELMOLTZ, Sir WILLIAM THOMSON...), on soupçonnait la lumière de procéder également par ondes électro-magnétiques, mais de fréquences infiniment grandes — et donc de longueurs d'ondes in-

finiment petites, — et c'est pourquoi HERTZ s'était dit que s'il pouvait obtenir « en série » des ondes électro-magnétiques de plus en plus courtes et y révéler ces qualités physiques qu'on connaissait depuis longtemps pour la lumière : réflexion, réfraction, etc..., la reconnaissance de ces mêmes propriétés aux ondes électro-magnétiques serait une raison de plus pour croire que la lumière qui les possède est bien, elle aussi, de nature ondulatoire (1). Tel était donc le sujet des études de HERTZ et c'est ainsi que, pour obtenir en salves innombrables ces ondes électro-magnétiques de Haute Fréquence et de très courte longueur, il eut l'idée de faire charger et décharger, à très grande vitesse, un condensateur, de très petite capacité et de très petite self par une machine alternative de haute tension, qui, dans l'espèce et à l'époque, était tout simplement une forte bobine de RUHMKORFF. Il n'eut, pour réaliser ce desideratum, qu'à lui associer le petit

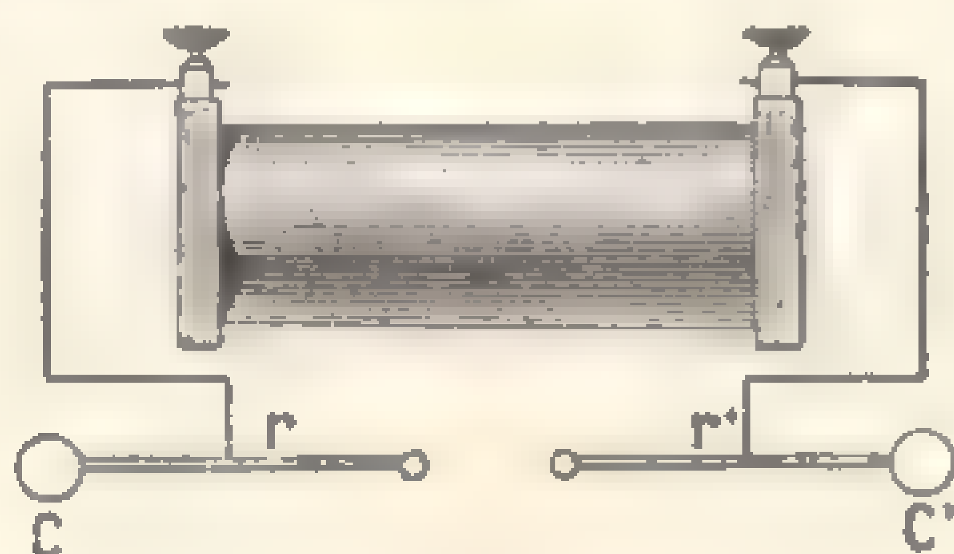


Fig. 79. — Oscillateur inventé par HERTZ (voir contexte).

système condensateur à boule qu'on voit représenté sur la figure 79, dont nous empruntons la description et l'image au bel ouvrage de GEORGES CLAUDE : *L'Electricité à la portée de tout le monde* (Dunod, éditeur).

Les deux pôles d'une bobine de RHUMKORFF sont reliés à deux tiges métalliques r r' de 1 m. de long, placées dans le prolongement l'une de l'autre, terminées aux extrémités en regard par deux boutons

---

(1) La « Mécanique ondulatoire » de LOUIS DE BROGLIE donne une explica-tion plus complète en admettant que la propagation de l'*onde électromagnétique* s'acompagne de celle d'un *corpuscule* à la même vitesse. Comme l'exprimait si bien M. LAFAY, professeur agrégé de Physique au Lycée Saint-Louis, dans une conférence : « Le *point de départ* est le suivant : tout projectile en mouvement est accompagné d'une onde. L'onde est négligeable à l'échelle de notre mécanique classique ; elle devient prépondérante pour les projectiles très *petits* lancés à de *très grandes vitesses* comme lee électrons. Cette nouvelle théorie relie les hypothèses de NEWTON et DE FRESNEL en comblant leurs lacunes. »

métalliques très voisins, aux extrémités opposées par deux pièces C C' de 15 centimètres de diamètre.

Sous l'influence des émissions successives de la bobine, des étincelles éclatent entre les deux boulons et provoquent des oscillations électriques d'une énorme fréquence.

C'est que chaque étincelle de la bobine échauffe le diélectrique *air* qui sépare les armatures du condensateur de très petite capacité C (représentées par les boules C C' et leurs tiges r r'), lesquelles présentent une certaine self-induction L. *Grâce à cet échauffement du diélectrique par l'étincelle de la bobine*, la résistance R du système arrive à être plus petite que le rapport des autres constituants L et C du circuit, suivant l'exigence que nous avons vu exprimée par la formule :

$$R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

Alors, *derrière chaque étincelle propre à la bobine*, se précipite une décharge oscillante du système condensateur et comme, ici, self-induction et capacité du circuit sont très petites, la durée T de la période devient extrêmement courte, en vertu de l'autre formule $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Or, c'était « précisément ce que désirait l'expérimentateur pour se rapprocher autant que possible des ondulations lumineuses ».

De plus, par l'ingénieux moyen qu'il venait de trouver, HERTZ associait du même coup, à la rapidité des charges, la *soudaineté* des décharges et l'on comprendra tout de suite, par une comparaison, que la « soudaineté » de la décharge représente — à côté des particularités de capacité, de self-induction, et de résistance du circuit que nous avons dites — une autre condition *sine qua non* pour que cette décharge soit oscillante. C'est tout comme un pendule qui ne donne plus d'oscillations si la main qui l'a écarté de sa position neutre de repos pour le mettre « en charge » — au lieu de lui imprimer alors une impulsion *brusque* — le réaccompagne, sans le lâcher, jusqu'à sa redescente à la position verticale neutre initiale. Ou encore comme deux vases communiquants, dont l'un a été mis en surcharge par addition d'eau, ne donneront une brusque oscillation avec retour progressivement amorti à la position d'équilibre que si on ouvre brusquement le robinet les faisant largement correspondre, — tandis que si on n'ouvre cette vanne que lentement, l'écoulement du vase en surcharge

vers l'autre se fera continuement et sans balancement oscillatoire entre les deux récipients.

En conjuguant toutes ces conditions (soudaineté, faible capacité, grande tension, etc.), HERTZ put arriver à des oscillations n'ayant pas plus de 1 centimètre de longueur d'onde, c'est-à-dire représentant une fréquence de 3×10^{10}, c'est-à-dire 30.000.000.000 à la seconde.

Mais il ne put aller plus loin, les dispositifs bobinaires de l'époque ne lui permettant pas de monter à ces tensions formidables de 3.000.000 de volts auxquelles on arrive aujourd'hui (et encore moins aux 10.000.000 de volts des machines électrostatiques américaines) qui ont précisément permis de promouvoir d'infiniment petites masses électriques (particules α ou β) et de les lancer, *en force suffisante pour les briser*, contre les noyaux de ces « mondes microcosmiques » qu'on nomme « atomes » et qu'on croyait jadis être la plus petite partie, une et indivisible, de la matière.

C'est toujours en effet, en pareil cas, la fameuse loi physique de balistique générale qui intervient, à savoir que : pour qu'une masse de plus en plus petite (m) donne au but un effet de travail (W) inchangé, il faut alors que la vitesse (v) imprimée à cette masse réduite devienne de plus en plus grande. Il est facile de voir que, par là seulement, reste constante l'équation :

$$W = \frac{1}{2} mv^2.$$

Une balle de fusil devenant de plus en plus amenuisée (m diminuant) ne donnera à l'arrivée contre l'obstacle un « effet énergétique » sans changement (W) que si la vitesse — et donc la tension propulsive au départ — devient de plus en plus intense (v augmentant, et d'ailleurs, on le voit, au carré : v^2). C'est là une remarque dite en passant et que nous retrouverons plus loin (Chap. VIII), lorsque précisément nous expliquerons la « balistique » des brisements d'atomes dans les transmutations et radioactivités artificielles de M. et M^me^ JOLIOT-CURIE.

Ainsi donc, HERTZ, ne pouvant à son époque aller avec sa bobine au delà d'une certaine tension, ne put songer à prendre des condensateurs à capacité électrique réduite au-dessous d'une certaine limite, de la limite donnant des ondes de 1 centimètre. Mais la solution du problème de réalisation *en série* d'ondes élec-

tro-magnétiques de très haute fréquence venait cependant d'être magistralement trouvée par HERTZ et c'est de cette mémorable expérience de 1887 que date, encore une fois, l'admirable essor que nous allons voir prendre à ces nouveaux courants, sous l'impulsion en particulier de M. D'ARSONVAL.

Dès le début du fonctionnement de son oscillateur, HERTZ avait signalé l'étrange propriété des courants qui le traversent d'influencer à distance tous les conducteurs voisins susceptibles de former des « capacités » — et que, si deux d'entre eux se trouvaient, par approche suffisante, en condition pour réaliser les deux surfaces d'un condensateur, alors on voyait s'établir entre les deux corps une suite de décharges électriques, sous forme d'étincelles, à l'unisson de celles éclatant entre les bornes de l'oscillateur en fonction. Par exemple, si la main de l'opérateur ou d'un assistant s'approche suffisamment d'un autre conducteur occupant la salle — tel qu'une surface métallique meublant la pièce — entre l'opérateur et cette surface des étincelles éclatent incessamment.

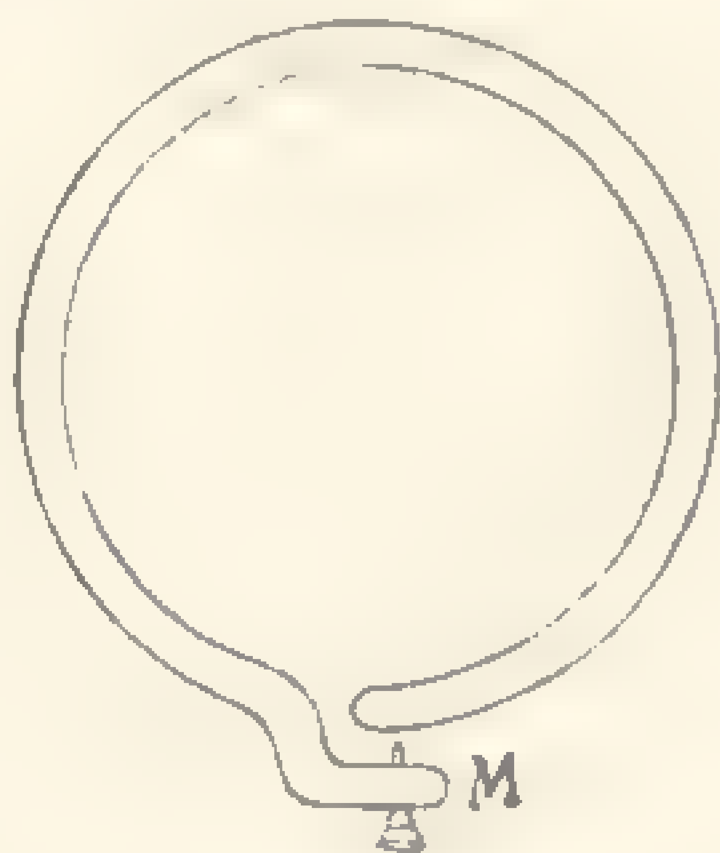


Fig. 80. - Le résonateur de HERTZ.

Et HERTZ réalisa tout de suite et très simplement un « metteur en évidence », un « indicateur » de cette haute fréquence induite à distance, en prenant une « boucle métallique » incomplète (fig. 80) et dont l'une des extrémités peut être rendue plus ou moins voisine de l'autre par une « vis » d'approche. Il constata ainsi que, suivant les conditions de l'émetteur employé, il y avait aussi, pour cette bague détectrice, une position de la vis qui rendait l'étincelle « maxima » pour chaque variante de l'émission.

C'est pourquoi il appela ce petit appareil : « résonateur », par analogie avec l'accord qui fait « resoner » au maximum un tuyau sonore pour une note émise dans le voisinage, lorsque la capacité de ce tuyau sonore est amenée en correspondance idéale avec l'instrument émetteur.

Mais, en attendant que nous voyions ces premières constatations de HERTZ étudiées et amplifiées dans les extraordinaires ap-

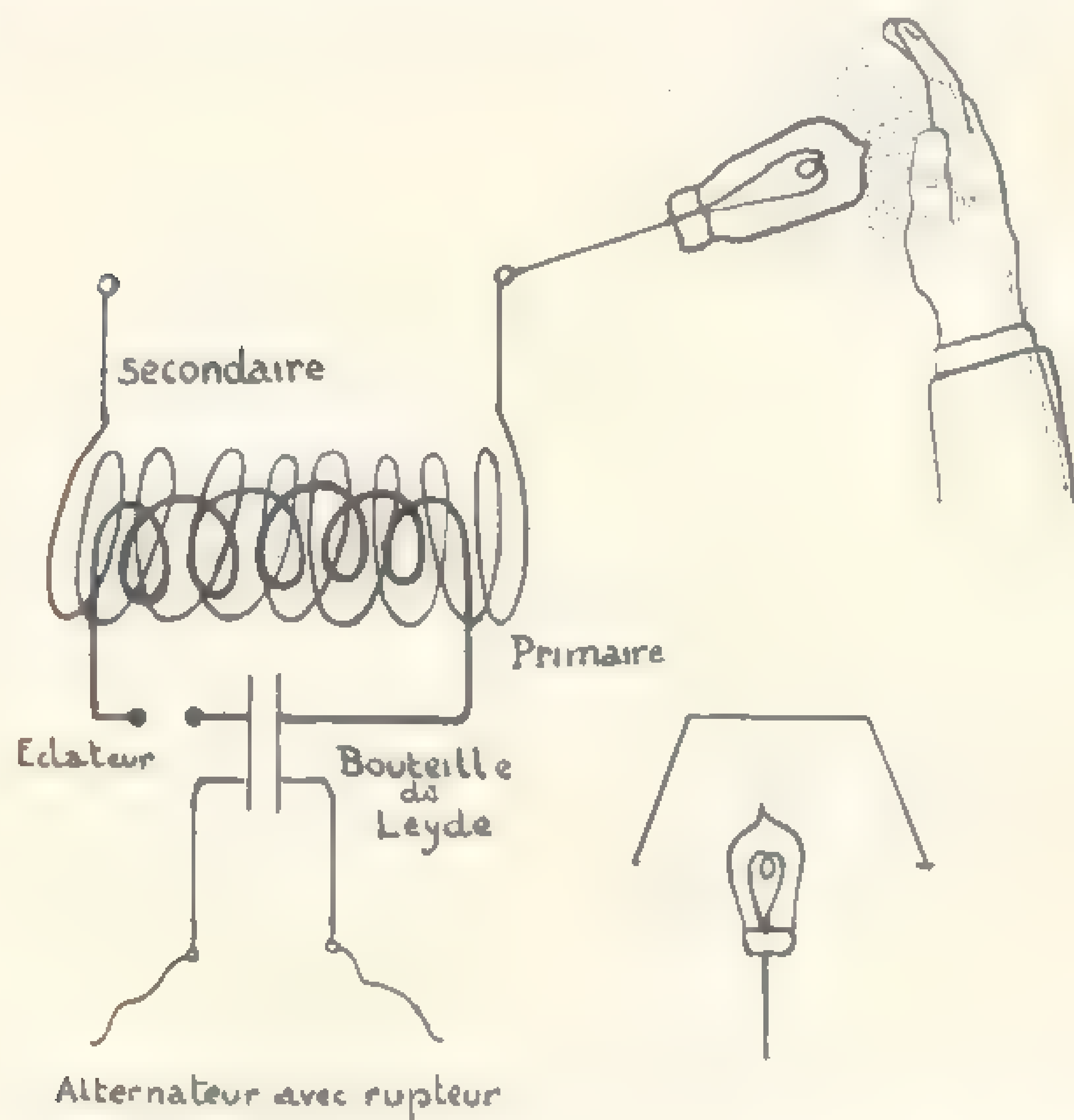


Fig. 81. — Schéma d'une réalisation « industrielle » (en vue de nouveaux procédés d'éclairage), conçue à partir des « courants de HERTZ », par TESLA et ELIHU-THOMSON, en Amérique, vers 1890-1891 (voir contexte).

plications de résonance que nous constatons aujourd'hui par la télégraphie et la téléphonie sans fil, deux hommes songèrent tout de suite à recueillir, et à « canaliser » ces salves de haute fréquence parcourant l'oscillateur de HERTZ : l'un dans une pensée industrielle, l'autre dans un but d'étude physiologique.

En Amérique, au cours de 1890, l'ingénieur d'origine autrichienne TESLA, préoccupé de nouvelles solutions à donner à l'éclairage électrique, se demanda s'il ne serait pas possible d'utiliser

ces nouveaux courants dans ce but. Il chercha donc à les capter en imaginant le dispositif suivant (fig. 81) :

Produisant par l'un des moyens classiques (bobines ou alternateurs) des courants alternatifs de haute tension, TESLA les dirigeait sur une bouteille de LEYDE (condensateur) qui, ainsi, se chargeait, puis se déchargeait au niveau de son éclateur et il envoyait les courants de haute fréquence ainsi obtenus dans un « primaire » de bobine, lequel réalisait ce qu'on nomme une self. Alors il constatait, à l'une ou à l'autre extrémité du « secondaire » *ouvert* formant induit, en accrochant une lampe à cette extrémité, que cette lampe s'allumait dès qu'on approchait une capacité (par exemple, la main de l'opérateur). En

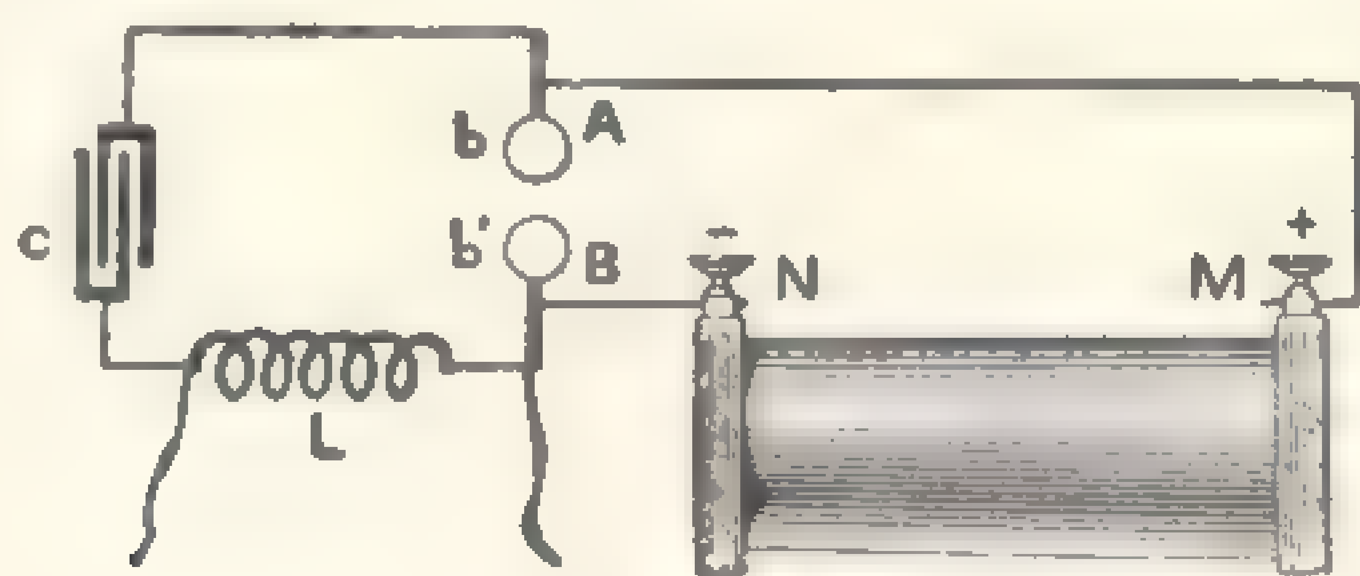


Fig. 82. — Un autre dispositif de TESLA, montrant le départ d'une utilisation directe sur la self L pour l'allumage de lampes, comme dans un circuit fermé ordinaire. Si le corps humain s'intercale dans cette dérivation, comme le faisait TESLA, il court le risque, en cas de crevaison du condensateur, de se trouver tout à coup en basse fréquence sous haute tension, c'est-à-dire le risque d'électrocution (d'après « *L'Electricité à la portée de tout le monde* » par G. CLAUDE, Dunod, édit.).

somme éclairage unipolaire par illumination de l'atmosphère de la lampe entre les deux capacités : le fil de la lampe et la main de l'opérateur. Et TESLA et ELIHU-THOMSON eurent l'idée, en remplaçant la main par un abat-jour permanent formant capacité (fig. 81), de réaliser ainsi un nouveau mode d'éclairage unipolaire à partir des courants de Haute Fréquence.

En conduisant directement les courants nés dans la self primaire (par une dérivation (fig. 82) prise sur celle-ci) dans des lampes intercurrencées, en circuit *cette fois fermé*, ils virent également les fils de celles-ci s'illuminer comme par des courants ordinaires et remarquèrent l'indifférence de l'organisme participant à cette dérivation, laquelle traversait le corps sans en être apparemment sentie.

TESLA, par des communications et répétitions de ses expériences

à New-York d'abord, puis en Europe, crut apporter une nouveauté sensationnelle dont, d'ailleurs, n'étant pas physiologiste, il ne s'expliquait pas la nature.

Or, déjà, depuis l'hiver précédent, M. D'ARSONVAL, étudiant, dans son enseignement au Collège de France, avec l'oscillateur

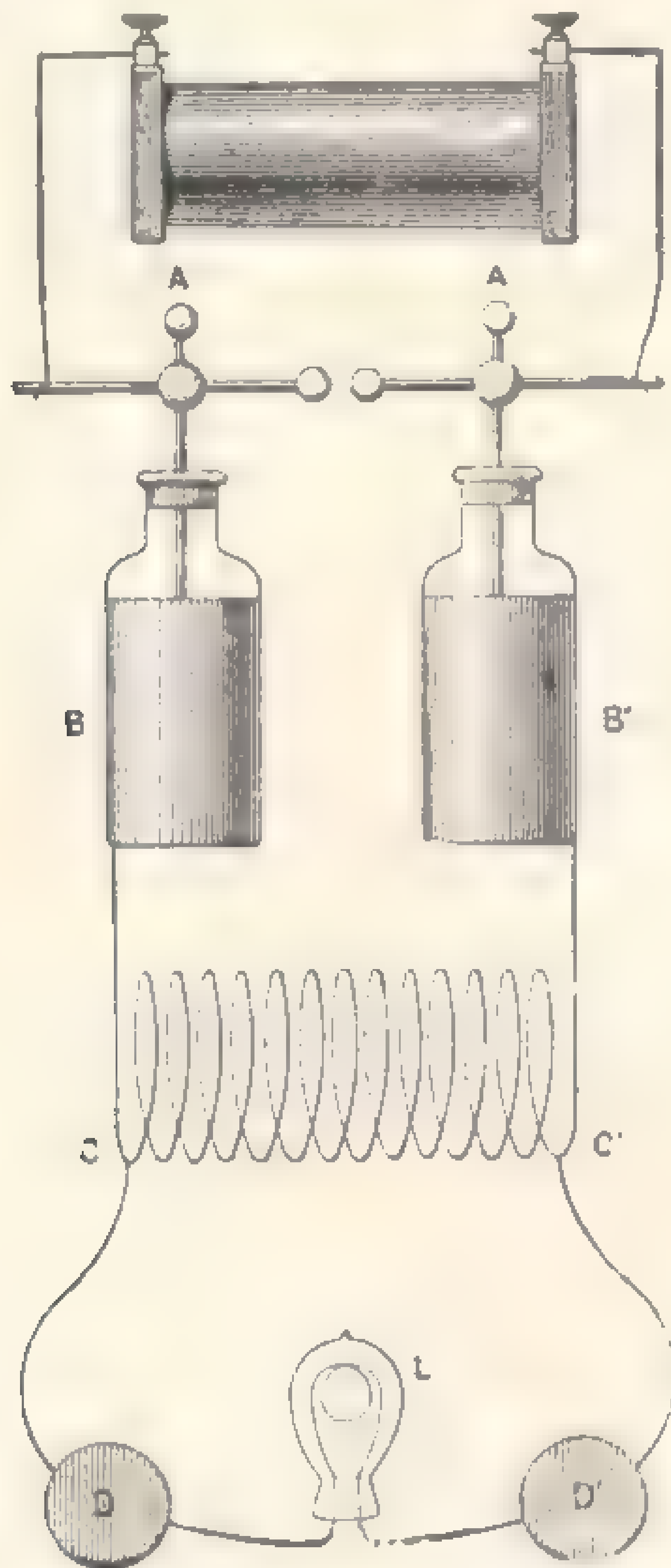


Fig. 83. — Le fameux montage de sécurité Haute Fréquence que M. D'ARSONVAL substitua à celui de TESLA.

primitif de HERTZ, ces courants appliqués à l'organisme, en avait révélé la propriété qui étonnait l'Amérique, mais qui cadrait si bien avec ce que tous ses travaux à lui, D'ARSONVAL, *lui avaient depuis longtemps déjà permis de prévoir et d'annoncer*, à savoir : l'insensibilité totale des nerfs et des muscles pour des courants alternatifs dont la fréquence deviendrait illimitée. *Et, dès*

avant la Communication de TESLA *à New-York, M.* D'ARSONVAL *avait à Paris, par deux publications à la Société de Biologie, les* 24 *février et* 25 *avril* 1891, *acquis rang incontestable de priorité sur le fait physiologique de Haute Fréquence présenté outre-mer,* ce qui d'ailleurs n'enlève rien aux mérites de TESLA qui semble bien avoir tout à fait ignoré les travaux du physicien français.

Au surplus, quand, un peu plus tard, il eut connaissance du montage de TESLA déjà perfectionné par le savant industriel ELIHU THOMSON, qui l'avait utilisé en circuit fermé (fig 82), M. D'ARSONVAL, avec cette grande indépendance d'esprit qui est la marque de son caractère, s'empressa de l'expérimenter pour avancer ses nouveaux travaux et parce que ce montage permettait des

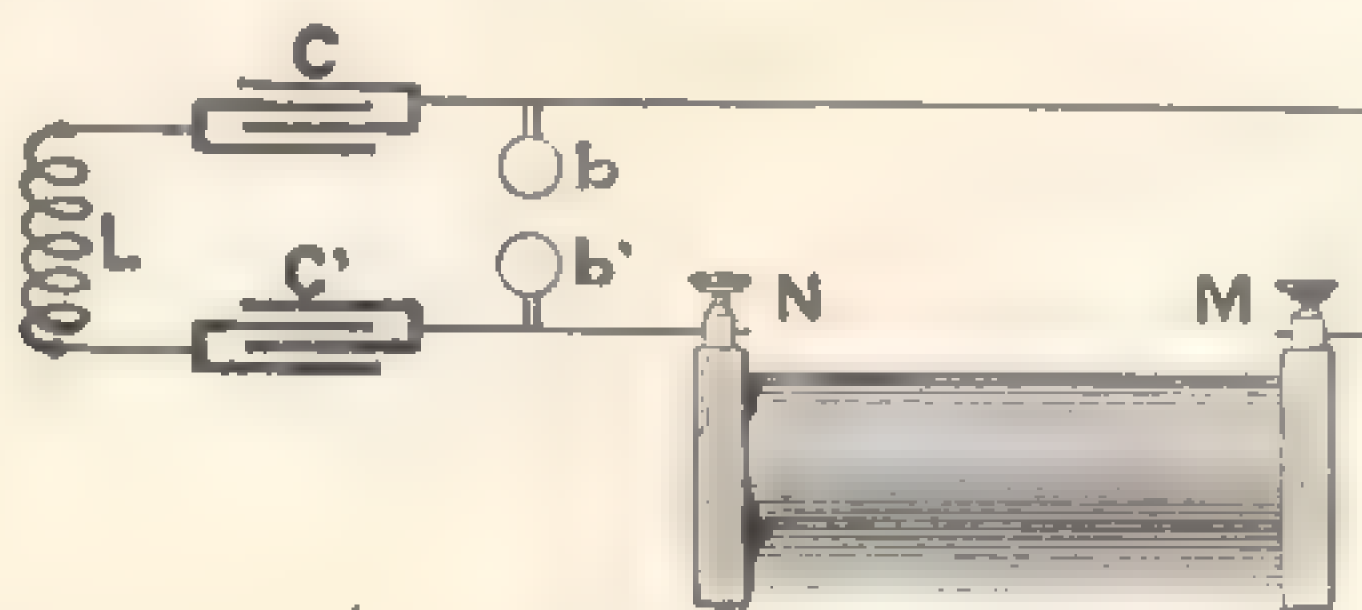


Fig. 84. — Autre « expression » du montage Haute Fréquence de M. D'ARSONVAL.

Sur cette figure, encore tirée de « L'Electricité à la portée de tout le monde », C et C' représentent les deux condensateurs exprimés par les deux bouteilles de LEYDE BB' sur la figure précédente, et L = le solénoïde CC'.

puissances que l'utilisation directe du « HERTZ » ne fournissait pas.

Puis, il reconnut à ce montage de TESLA certains inconvénients, et celui, en particulier, de mettre gravement en danger l'individu placé dans la dérivation directement prise sur le solénoïde du circuit Haute Fréquence, ainsi que nous l'avons déjà dit.

Il conçut alors et réalisa un autre montage sans danger qui, depuis, est universellement connu et employé sous le nom de « montage à la D'ARSONVAL *».* On peut dire que c'est à partir de ce moment que les effets organiques des courants de haute fréquence purent être utilement étudiés et qu'il fut l'étrier sur lequel la Haute Fréquence prit son brillant départ et commença son étonnante chevauchée.

Voici comment M. D'ARSONVAL présente son appareillage dans

son Exposé de Titres et Travaux Scientifiques pour l'Académie des Sciences en 1894 (page 55) :

Dans mes premières expériences, je me suis servi du vibrateur de HERTZ ; plus tard j'ai employé le dispositif plus puissant signalé par MM. ELIHU-THOMSON et TESLA. Enfin, dans mes recherches récentes, j'ai trouvé grand avantage à employer exclusivement l'appareil suivant, dont les expériences de M. LODGE, à propos des paratonnerres, m'ont donné l'idée. Soit A A (fig. 83), les armatures internes de deux bouteilles de LEYDE montées en cascade. Ces armatures sont réunies à une source d'électricité à haut potentiel (machine de HOLTZ, bobine de RUHMKORFF ou transformateur). Les armatures externes BB' sont réunies entre elles par un solénoïde CC' composé d'un gros fil de cuivre faisant 15 à 20 tours. Chaque fois qu'une étincelle part en AA', un courant oscillant extrêmement énergique prend naissance dans le solé-

Fig. 85. — Seconde bobine SS' en induction dans le champ du premier solénoïde CC' (voir aussi CC' sur la figure) et par laquelle on augmente considérablement la tension ; origine de la « bobine bipolaire » de M. D'ARSONVAL représentée dans la figure suivante.

noïde, à un tel point qu'en prenant comme pôles ses extrémités C, C', on obtient un courant qui peut allumer au blanc une forte lampe à incandescence L, tenue entre deux personnes DD'. L'étincelle qu'on obtient entre CC' est beaucoup plus longue que celle qui éclate entre AA'. Cela tient à ce que, dans ce cas, la décharge des armatures extérieures BB' se fait d'une manière *soudaine* (1), tandis que celle des armatures intérieures AA' est *préparée*, la différence de potentiel entre les boules allant en croissant jusqu'à ce que l'étincelle éclate. Dans ces conditions, la résistance du solénoïde CC' joue un rôle secondaire tandis que sa self-induction devient prépondérante. On peut rapprocher les effets produits par les décharges très brusques de ceux donnés en mécanique par les forces instantanées, ainsi que le fait remarquer très judicieusement M. JOUBERT. Placez un bloc de coton-poudre sur une

(1) Celles-ci ne cessant d'être neutres et ne prenant de potentiel haute fréquence qu'au moment précis où éclate l'étincelle entre les armatures internes.

plaque d'acier ; il brûle lentement si on l'allume ; il brise au contraire la plaque si on le fait détoner au moyen de fulminate de mercure. La même énergie pourtant a été mise en jeu dans les deux cas, mais dans le second la pression développée par les gaz est tellement soudaine que la résistance de l'air devient comparable à celle de l'acier. C'est la différence qui existe dans l'appareil décrit ci-dessus entre la pression électrique dévelopée *graduellement* en XX', *soudainement* au contraire en CC' au moment où la bouteille se décharge.

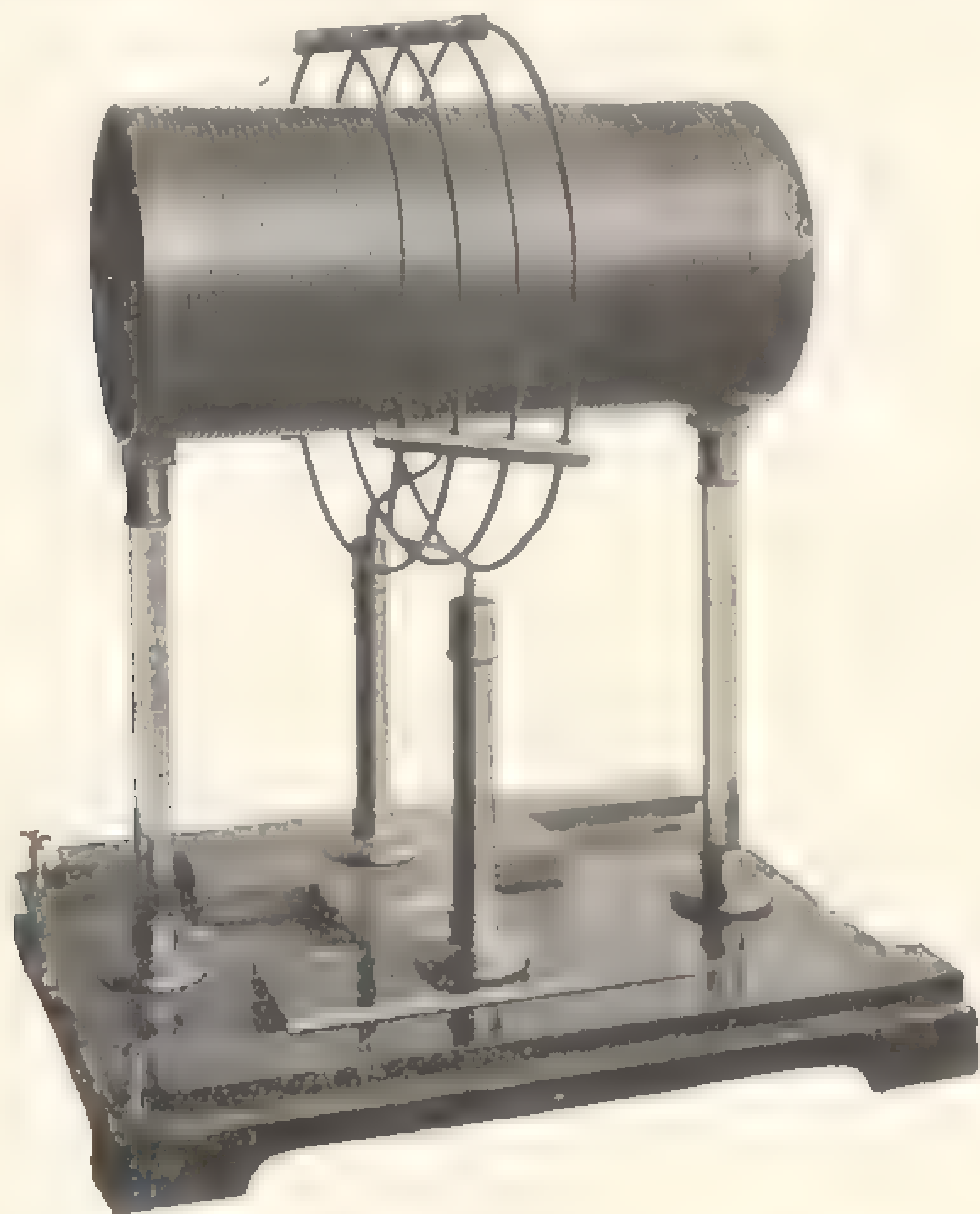


Fig. 86. — Bobine bipolaire de M. D'ARSONVAL.

Si l'on veut augmenter la tension du courant il suffit de plonger dans le solénoïde une bobine comprenant un plus grand nombre de tours. Cette bobine est logée dans un tube de verre plein d'huile qui l'isole complètement (voir fig. 85). On obtient ainsi facilement un torrent d'étincelles de 15 à 20 centimètres de longueur.

C'est déjà là l'annonce de ce second solénoïde renforçateur qui va constituer bientôt la « bobine bipolaire » de M. D'ARSONVAL (fig. 86) et servir, comme nous le verrons, à obtenir de puissants effets électriques sur l'organisme.

Mais il convient de faire voir tout de suite en quoi ce nouveau « montage à la D'ARSONVAL » constituait une utilisation sans danger des courants à Haute Fréquence appliqués à l'organisme.

Rappelons tout d'abord que, si on applique une différence de potentiel trop forte aux deux armatures d'un condensateur, une décharge peut éclater entre elles à travers l'isolant. Les étincelles se succèdent alors aux endroits perforés, puisque l'isolant y est remplacé par de l'air de moindre « rigidité diélectrique » ; le condensateur est alors inutilisable. Dans le dispositif TESLA-THOMSON (fig. 82), s'il vient à se produire un « claquage » du condensateur, les oscillations de Haute Fréquence se trouvent pratiquement supprimées et l'individu, placé en dérivation sur le solénoïde, se trouve directement relié à la Basse Fréquence. Dans le montage D'ARSONVAL (fig. 84), les deux bouteilles de LEYDE sont en « cascade », ce qui fractionne la différence de potentiel et réduit le risque de rupture de l'isolant. De plus, il est peu probable que les deux condensateurs claquent simultanément. Avec un seul, on a encore des oscillations de H. F., de période double il est vrai, mais encore sans danger pour l'organisme. On a le temps de remédier à la « panne ». Enfin, poussons les choses au pire : ces deux condensateurs sont claqués, il n'y a plus de H. F. Le patient est encore protégé ; son corps est court-circuité par la bobine dont l'impédance est très faible en B. F. ; il n'est traversé que par un courant de très petite intensité, donc inoffensif.

Ceci dit quant à l'ingéniosité et à la sécurité du « montage de D'ARSONVAL », assistons maintenant à l'édification de la Haute Fréquence médicale et chirurgicale.

Nous avons entendu M. D'ARSONVAL dire des nouveaux courants qu'il commençait à étudier que ceux-ci peuvent « allumer au blanc une forte lampe à incandescence tenue entre deux personnes » (fig. 83, D D'). Dans ces conditions, là ou les personnes interposées dans le passage des courants doivent donc être elles-mêmes, pour des intensités suffisantes, plus ou moins fortement chauffées, comme l'est le fil de la lampe. Et si, au début et par suite des faibles intensités alors en jeu, cet échauffement ne parut pas constituer un phénomène immédiatement très utilisable, par la suite l'augmentation des puissances obtenues allait montrer que cet effet de chauffage de l'organisme pouvait constituer une très importante ressource pour la thérapeutique.

On verra en effet apparaître, une quinzaine d'années plus tard,

c'est-à-dire vers 1905-1906, sous le nom générique de « diathermie » et avec d'abord sa modalité localisée d'électro-coagulation chirurgicale, l'utilisation de ces effets de chauffage et prendre alors naissance une série d'applications qui, en ces dernières années et par l'addition aux appareils de Haute Fréquence à éclateur de ceux à lampes triodes, ont été poussées au plus haut point. Ce sera l'objet du Chapitre X de les décrire. Mais ne voulant retenir de l'époque où nous sommes présentement, de l'époque des débuts, que les principes alors révélés par M. D'ARSONVAL, nous allons nous borner à faire comprendre l'échauffement possible de tout un organisme sous des intensités suffisantes par l'image du filament métallique porté à l'incandescence au travers du corps humain. La fig. 83 en a déjà offert le schéma en montrant la lampe qui s'allume entre deux personnes mises en chaîne avec elle sur un circuit de haute fréquence. Mais, par un rare bonheur, c'est à la répétition toute récente que M. D'ARSONVAL a bien voulu faire pour nous de ses expériences de 1890 et avec les appareils mêmes de l'époque pour un film où nous avons tenu à en conserver le souvenir (1), que nous allons pouvoir emprunter l'illustration des faits primordiaux que nous voulons faire comprendre ici, des faits par lesquels a commencé la Haute Fréquence médicale.

Voici donc une première image (fig. 87 à gauche) prise à ce film et qui visualise l'effet de chauffage direct de ces courants sur un fil qu'ils traversent : ici le fil d'une lampe, mais qui reçoit les courants à travers M. D'ARSONVAL lui-même interposé dans le circuit.

Imaginons maintenant — en nous transportant quelques années plus tard — des dispositifs analogues *mais avec des intensités beaucoup plus considérables*, et l'on comprendra que c'est le corps humain lui-même, placé dans le circuit, qui pourra ressentir l'échauffement et, comme on le verra au Chapitre X, en tirer un bénéfice considérable. Mais, voilà déjà, expliqué par ces images, le principe même de la méthode dite de « diathermie » par laquelle on échauffera le corps humain tout entier jusqu'à lui donner la fièvre artificielle, ou seulement telle de ses parties malades jusqu'à la détruire par électro-coagulation, par carbonisation — avec d'ailleurs toutes sortes de nuances intermédiaires et

(1) Film tourné par le Studio JEAN BENOIT-LÉVY, 18, rue Troyon.

toute une gamme d'effets rendus possibles par les plus récents appareils.

Un second effet des courants de Haute Fréquence — tout de suite aperçu et commenté par M. D'ARSONVAL — fut l'énorme puissance d'induction de ces courants sur des circuits voisins, mais totalement indépendants du circuit producteur. Ainsi, quand *on approche* du solenoïde de Haute Fréquence en fonction un circuit *indépendant*, formé par exemple d'une seule spire de gros fil comprenant une lampe, on voit celle-ci s'allu-

Fig. 87. — Ci-contre quatre images du « film » que nous avons fait, avec M. JEAN BENOIT-LÉVY, de M. D'ARSONVAL renouvelant, dans son Laboratoire de Nogent et avec son appareillage de 1890, ses premières expériences de Haute Fréquence et les commentant (film sonore).

En haut, à gauche : M. D'ARSONVAL dérive à travers son corps les courants de H. F. pris sur la grande boucle de cuivre formant « solénoïde », laquelle les reçoit des deux bouteilles de LEYDE reliées à la source alternative de haute tension. On voit qu'au travers de cette dérivation constituée par son corps, il allume une lampe (que sa main droite porte au contact de la boucle, cependant que par sa main gauche il y prend un autre contact). Pas d'autre effet ressenti qu'un peu de chaleur dans les poignets ; et telle a été l'origine des envois « chauffants » directs à travers l'organisme ou « diathermie ». — *En haut, à droite* : M. D'ARSONVAL — penché au-dessus de la grande « boucle-solénoïde » cette fois hori-

mer au blanc éblouissant. Et c'est encore par une image empruntée au film tout récent dont nous venons de parler que nous allons pouvoir visualiser (fig. 87 en *haut*, droite) cette *action électrique* à distance des courants de Haute Fréquence.

On y voit M. D'ARSONVAL lui-même former (au voisinage du courant influençant et sans contact avec lui) avec ses bras disposés en cercle la sorte de « spire induite » dont il était question tout à l'heure. Dans ces conditions, la lampe qu'il tient entre ses deux mains s'allume sous l'effet des courants secondaires nés dans le cercle des bras et de la lampe se trouvant plus ou moins en « résonance » avec le courant inducteur.

Bien d'autres expériences d'ailleurs, tout de suite réalisées par M. D'ARSONVAL, établirent cette énorme puissance inductrice des courants de Haute Fréquence sur des conducteurs voisins, comme par exemple celle-ci :

« J'environne de deux ou trois tours de gros fil parcouru par la Haute Fréquence le réservoir d'un thermomètre à mercure. En quelques secondes, nous arrivons à la température d'ébullition du mercure par induction. Je m'étais servi de ce procédé, au début de mes recherches, pour mesurer l'intensité du champ dans le solénoïde, somme toute comme on mesure une température. »

zontalement disposée et qu'on voit passer devant sa poitrine et dessous ses bras *sans qu'il y touche* — tient par deux poignées une lampe (illuminée au centre) qui fait circuit avec ses bras arrondis. Et c'est par *induction* à distance de courants *secondaires* dans les bras et la lampe que celle-ci s'allume. C'est là l'origine de la méthode « d'influencement » de l'organisme en Haute Fréquence, méthode dénommée par M. D'ARSONVAL : « auto-conduction » et qu'on voit appliquée en grand dans la figure suivante.

Précisément *en bas, à gauche*, M. D'ARSONVAL s'est placé lui-même à l'intérieur de la « boucle-solénoïde » simplement multipliée en spires et que parcourent les courants primaires de Haute Fréquence. Son corps est donc le siège de courants secondaires induits démontrés par la précédente figure « auto conduction ». — Enfin, *en bas, à droite* : M. D'ARSONVAL, allongé sur le « lit condensateur » est relié par la tige métallique qu'il tient à la main à une des spires d'un solénoïde primaire de Haute Fréquence, cependant que le fond *métallique* du lit est relié à une autre spire. Mais entre le corps de M. D'ARSONVAL et l'armature métallique du lit est un matelas isolant en caoutchouc, de telle sorte que le corps fait l'une des « capacités » d'un condensateur dont la partie métallique du lit fait l'autre « capacité ». On peut constater les charges oscillantes considérables de Haute Fréquence auxquelles — parallèlement au jeu de l'oscillateur — le corps est soumis, par les étincelles qu'on tire de ses différentes régions dès qu'on approche une capacité subissant « influence » : la main, une clef, etc... C'est l'application « en condensation »

Et cette expérience aussi, disons-le en passant, a été l'origine du « four à induction de Haute Fréquence » passé dans l'industrie.

Mais il nous faut faire surtout connaître ici les applications que M. D'ARSONVAL en tira tout de suite pour l'organisme animal ou humain :

« Si j'insiste, disait-il dans une revue générale sur « l'Action physiologique et thérapeutique des courants de Haute Fréquence », faite en

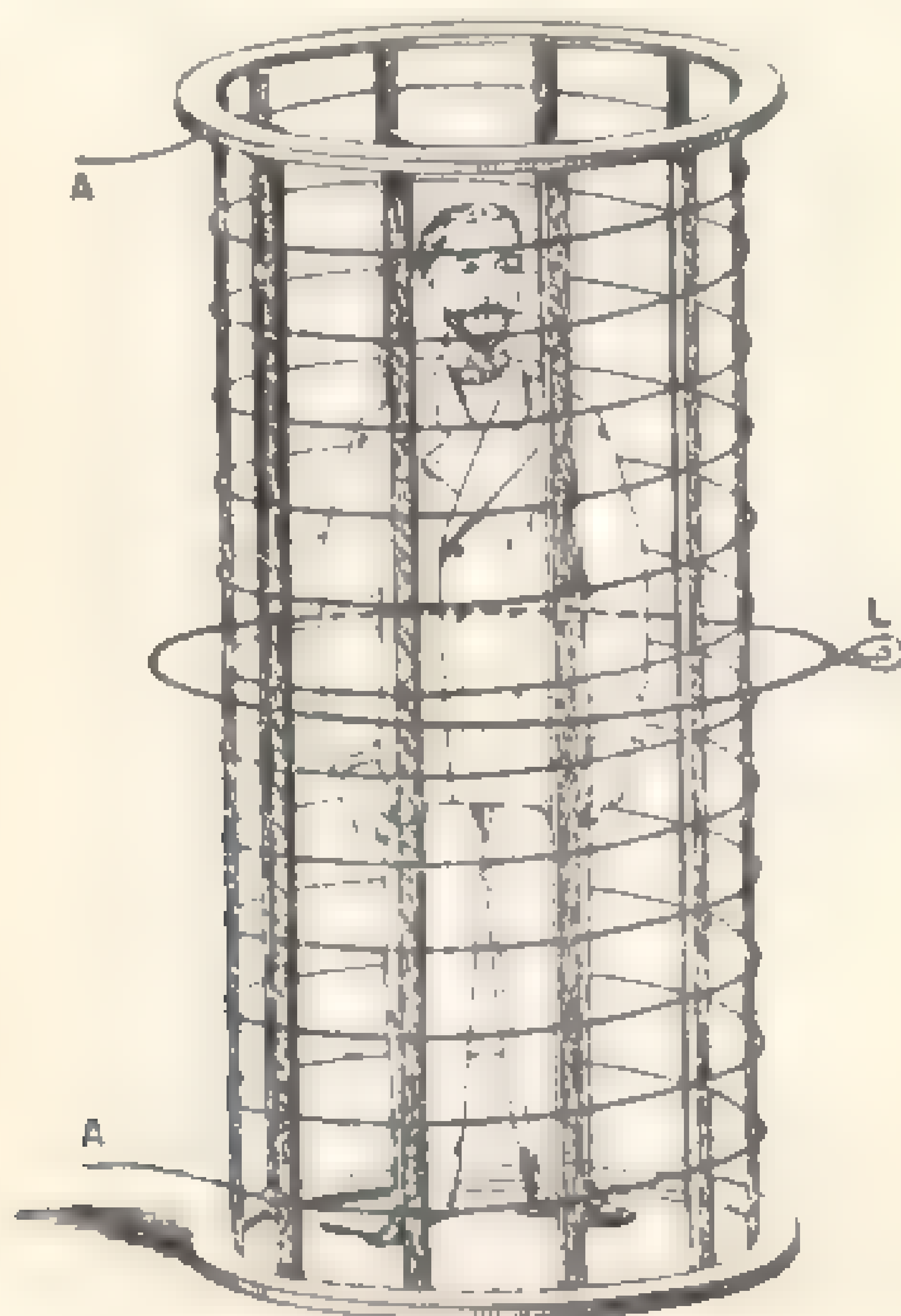


Fig. 88. — Un grand solénoïde primaire (cage d'autoconduction) relié par AA' à la source de Haute Fréquence et induisant dans le corps humain, qui ne le touche en aucun point, des courants mettant en vibrance toutes les cellules et entraînant de puissants effets organiques. Un circuit de lampe L, entourant le grand solénoïde — et ne le touchant non plus en aucun point — s'allume également *par induction.*

avril 1897 à la Société Internationale des Electriciens (*voir le Bulletin de cette Société à cette date*), si j'insiste sur la puissance d'induction d'un solénoïde parcouru par les courants de Haute Fréquence, c'est que j'ai mis ce phénomène à profit pour instituer un procédé d'électrisation du corps humain, entièrement nouveau en Electrothérapie et très efficace. J'ai donné à ce procédé le nom d'*auto-conduction* (1). Il consiste à enfermer l'être à électriser (l'animal ou l'homme, fig. 88) dans un

---

(1) Voir Société de Biologie, 4 juin 1893.

solénoïde, sans aucune communication avec lui (1). Ce solénoïde *étant parcouru par le courant à haute-fréquence, induit* des courants énergiques non seulement à la surface, mais dans les plus petites particules du corps humain. On peut s'en rendre compte par l'expérience suivante (qui est, somme toute, la répétition de celle de tout à l'heure) : si, étant placé dans le solénoïde, un homme arrondit les bras de façon à former un circuit circulaire complété par une petite lampe à incandescence dont les extrémités du filament correspondent aux deux mains, cette lampe s'allume par suite du courant induit dans les bras. »

Un autre mode d'application dont M. D'ARSONVAL signala immédiatement aussi les effets intéressants fut la mise du corps en « condensation » avec son appareillage, ainsi qu'il est exprimé

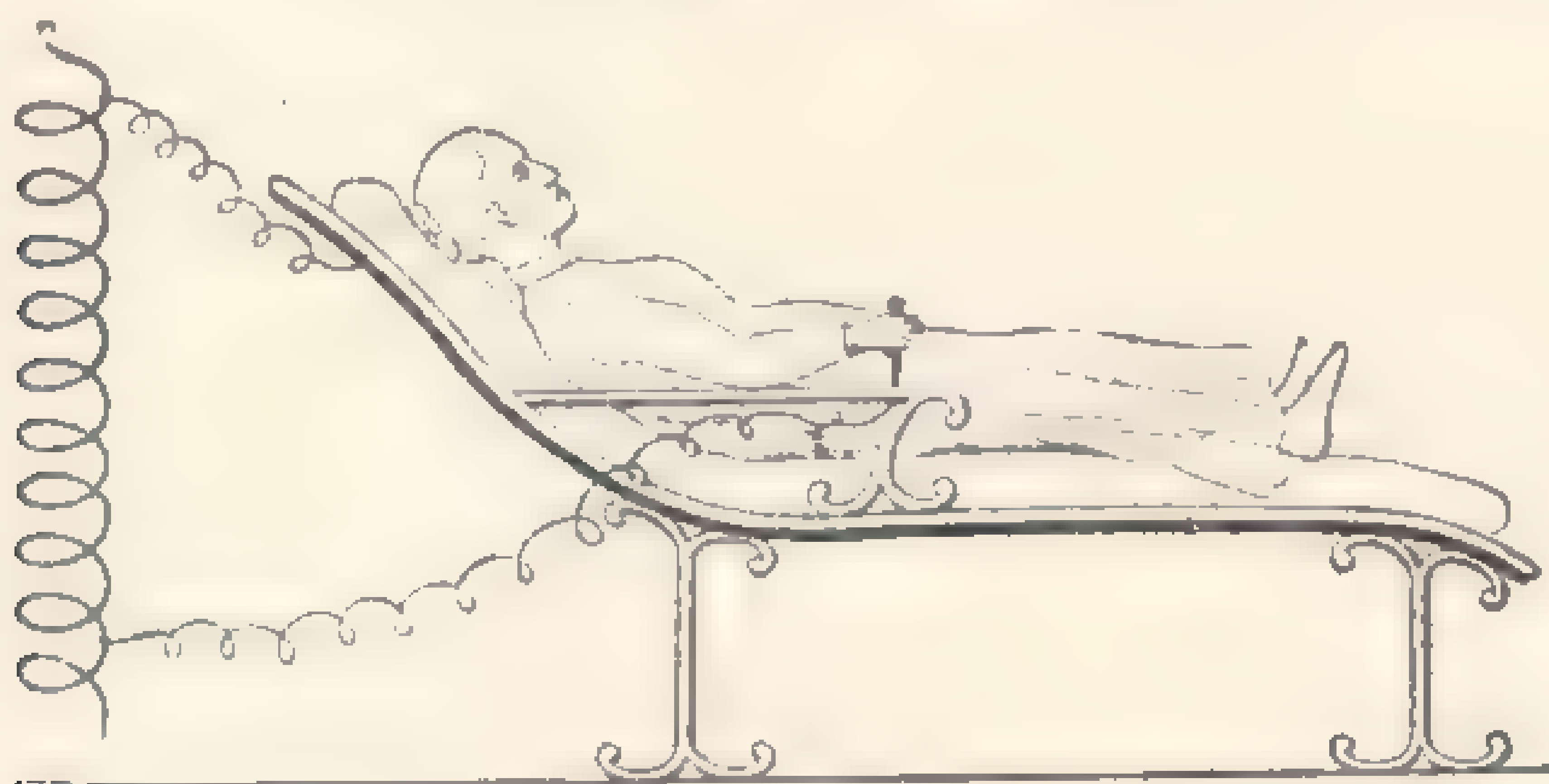


Fig. 89. — Un malade mis « en condensation » avec le solénoïde de générateur de Haute Fréquence. Le fil de dérivation du haut aboutit à la garniture métallique du lit, celui du bas au corps. Entre ces deux éléments constituant les « capacités » d'un condensateur, un coussin de caoutchouc formant « l'isolant ».

par la fig. 89 relative au « lit condensateur ». On y voit un sujet étendu sur une chaise longue, en paille par exemple, doublée à sa face inférieure d'une plaque métallique et recouverte sur sa face supérieure par un coussin de crin contenant dans toute sa longueur une feuille de caoutchouc. La garniture métallique étant reliée à l'une des extrémités du solénoïde (C C', fig. 83), le malade s'étend sur le lit et prend dans ses mains une poignée reliée à l'autre extrémité. Il se trouve alors soumis, comme toute armature de condensateur, à une série de charges et de dé-

(1) Dans la troisième image (fig. 87) reproduite d'après notre film, M. D'ARSONVAL s'est lui-même placé dans la « cage d'auto-conduction ».

charges successives (1). Commentant le fait dans son *Traité d'Électrothérapie Clinique* (Masson, éditeur), le Dr ZIMMERN écrivait :

D'ordinaire, la seule sensation qu'il éprouve est une sensation de chaleur dans les poignets. Mais si l'on approche un corps métallique, tenu à la main, d'une région découverte, on peut tirer de cette région une pluie de petites étincelles très courtes et très minces, peu douloureuses tout d'abord, mais qui déterminent cependant, au bout de quelques instants, si l'on insiste sur le même point, une sensation de brûlure assez vive. D'après M. D'ARSONVAL, l'intensité efficace du courant traversant le système est de plusieurs centaines de milliampères.

Au total, le phénomène de « condensation » ainsi obtenu est analogue à celui qu'on réalise (fig. 81) en reliant, mais à l'aide d'un seul fil, une lampe à incandescence au solénoïde et en saisissant à pleines mains l'ampoule de verre. On voit alors la lampe s'illuminer, non par incandescence du filament, mais à la manière d'un tube de GEISSLER. C'est que le système ainsi formé réalise encore un véritable « condensateur » dans lequel le filament joue le rôle d'armature interne ; le verre, de diélectrique ; la main, enfin, d'armature externe.

Nous ne pourrions, sans trop allonger cet ouvrage et lui enlever ainsi de son ordre et de sa clarté, suivre M. D'ARSONVAL dans les minutieuses études qu'il fit, dans ces années 1890 à 1900, des courants nouveaux qu'il venait de mettre à la disposition du physiologiste et du thérapeute. C'est là une œuvre considérable où ces courants sont explorés sous toutes leurs modalités, appliqués dans les conditions les plus diverses, étudiés dans leurs actions sur les nerfs, les muscles, la peau, la respiration, les combustions, les sécrétions, etc., etc., envisagés même dans leur action sur les organismes élémentaires unicellulaires et sur les microbes... et l'on verra, au chapitre suivant, comment, après ce débrouillage expérimental préalable de ces courants en Laboratoire, M. D'ARSONVAL, assisté d'éminents confrères médecins des hôpitaux, passa à leurs applications aux maladies humaines. A ceux qu'intéresserait le détail de toutes les expériences ingénieuses sans cesse instituées pour la codification de la nouvelle forme d'énergie électrique mise en œuvre, nous ne pouvons que recommander la lecture de l'Exposé des Titres et Travaux pré-

(1) Dans la quatrième image (fig. 87) reproduite d'après notre film, M. D'ARSONVAL s'est lui-même placé en condensation.

senté en 1894 pour l'Académie des Sciences, les communications diverses aux Sociétés Savantes qu'on y trouve mentionnées ou encore les communications ultérieures comme celle à laquelle nous avons fait allusion et emprunt tout à l'heure (*Bulletin de la Société Internationale des Electriciens*, avril 1897). Nous allons simplement citer la fin et conclusion tirée de l'Exposé des Titres :

Les résultats que je viens de signaler brièvement, et ceux déjà obtenus en clinique me donnent le droit d'espérer que nous possédons dans ces diverses modalités de l'énergie électrique des ressources thérapeutiques considérables. En présentant, le 3 juillet 1893, mes expériences à l'Académie des Sciences, M. Cornu ajoutait :

« M. D'ARSONVAL nous a rendus témoins, M. MAREY et moi, des principaux résultats consignés dans la Note précédente. Nous avons été particulièrement frappés de l'expérience dans laquelle six lampes (125 volts, 0,8 ampère) ont été portées à l'incandescence dans le circuit formé par nos bras, circuit formant dérivation sur les extrémités du solénoïde induit par les décharges oscillantes. Nous n'avons pas éprouvé la moindre impression par le passage du flux électrique auquel nous étions soumis ; on ne pouvait cependant pas douter de l'énorme quantité d'énergie traversant notre corps (900 volts × 0,8 ampères = 720 watts) ; elle se manifestait soit par l'incandescence des lampes, soit par les étincelles vives et nombreuses qui se produisaient à la rupture du circuit. Cette même quantité d'énergie électrique, transmise sous forme de courants alternatifs à longues périodes (de 100 à 10.000 par seconde), aurait suffi pour nous foudroyer ; dans les conditions ci-dessus, elle ne produisait aucune sensation appréciable. »

Il convient de rapporter ici l'accueil assez différent, et plutôt frais, qui fut fait par le Secrétaire de l'Académie de Médecine du temps aux premières ouvertures de M. D'ARSONVAL lui présentant un mémoire à publier sur ces effets physiques et physiologiques des courants de Haute Fréquence. Nous en emprunterons le récit — bien souvent entendu par nous-mêmes de la bouche toujours amusée et rieuse de notre brillant interlocuteur — à la relation qu'en donne dans l'avant-propos de son livre : « Néodiathermie à ondes courtes », le Professeur BORDIER, de Lyon, un des premiers et des plus brillants disciples de M. D'ARSONVAL :

Le Secrétaire général d'alors le fit venir et lui dit d'un air consterné qu'il ne pouvait accepter une communication aussi fantaisiste : « Voyons, mon cher D'ARSONVAL, ce n'est pas sérieux ? Vous assurez que le corps humain peut être impunément traversé par des courants mille et mille fois plus intenses que ceux qui nous foudroient ! Non seulement ils ne nous feraient pas de mal, mais nous ne les sentirions

pas ? Est-ce possible ? Et puis, qu'est-ce que c'est que ces courants qui changent de sens des millions de fois par seconde ? Quel est l'instrument assez subtil pour mesurer le millionième de seconde ? Allons, refaites vos expériences : je veux vous épargner le déshonneur de les avoir publiées avant de vous être aperçu d'une énorme erreur... »

M. D'ARSONVAL eut beau lui démontrer qu'il n'y avait pas d'erreur, que ses expériences avaient été faites sur deux membres de l'Institut (MAREY et CORNU) qui n'en étaient pas morts. Le secrétaire ne voulut rien entendre et M. D'ARSONVAL dut invoquer son droit de membre de l'Académie pour faire imprimer sa communication !

Alors, le secrétaire général, navré, lui dit : « Allons, tant pis pour vous ; mais, je vous en supplie, n'y revenez plus ! »

M. D'ARSONVAL n'y est, en effet, jamais revenu et c'est à l'Académie des Sciences qu'il a toujours depuis réservé ses « communications ». Celles-ci sont innombrables, tant celles faites en son nom propre qu'au nom de tous ses élèves français et étrangers lui adressant leurs « notes ». Nous n'entreprendrons donc pas leur nomenclature, renvoyant ceux que cette question peut intéresser au *Bulletin de l'Académie des Sciences*, depuis 1890 ! Bien d'autres encore ont été faites à la Société de Biologie, à la Société des Electriciens, etc., etc., etc.

Les effets découverts par M. D'ARSONVAL et passionnément explorés par lui et ses collaborateurs immédiats d'alors : les docteurs OUDIN, MOUTIER, CHARRIN, APOSTOLI, etc..., reçurent un moyen d'application renforcé et d'utilisation particulièrement commode du fait du « solénoïde de résonance » si facilement réglable, tout de suite trouvé par le docteur OUDIN.

Nous avons déjà signalé précédemment que HERTZ, en prenant un cercle métallique ouvert (fig. 80) et en le plaçant dans l'influence d'un champ de Haute Fréquence, avait constaté qu'il y a « résonance » de ce cercle métallique avec la source émettrice — et production d'une étincelle maxima pour le rapport le mieux ajusté de sa capacité propre avec les constantes de génération d'oscillation. Dans le cas susdit il n'y a pas de communication métallique entre le résonateur et la source qui sont totalement séparés. Mais on peut encore réaliser des phénomènes de résonance par une certaine disposition d'un fil (ce fil qui constituera plus tard l'antenne émettrice de la T. S. F.) en le rattachant par un de ses bouts à l'oscillateur. Quand en effet (fig. 90-91), on dresse verticalement un fil (supposé rectiligne, ou encore enroulé en solénoïde, A, B, D, de telle façon que, des

deux extrémités de ce fil, l'une, *l'inférieure* (A), soit reliée à l'excitateur de HERTZ (l'autre pôle de l'excitateur étant à la terre), et que l'autre extrémité du fil, *la supérieure* (D), soit libre dans l'espace, l'ondulation électrique qui secoue l'excitateur en marche se propage dans le dit fil, mais s'y présente avec une densité et une pression particulièrement fortes à l'extrémité li-

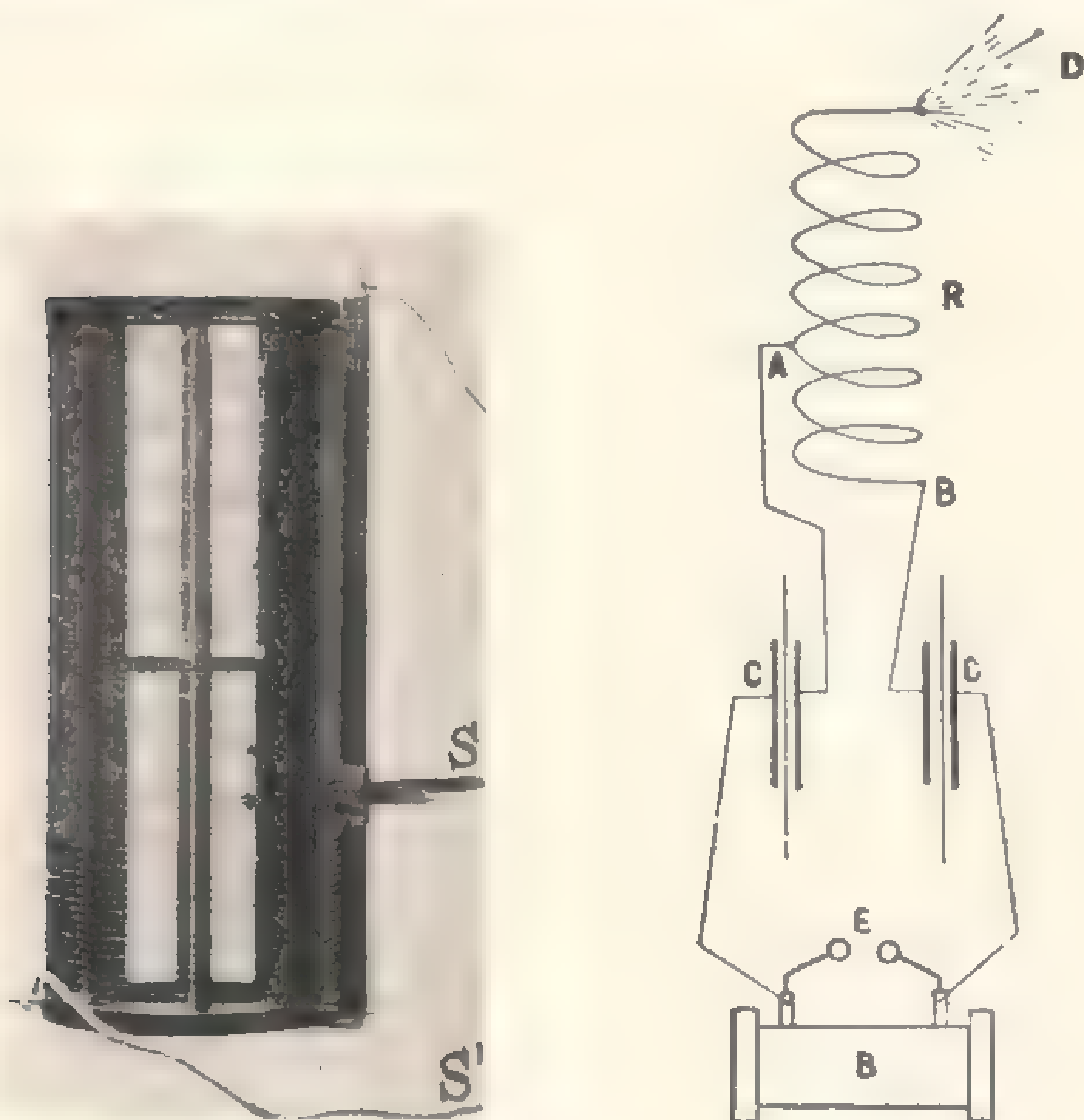


Fig. 90-91. — A gauche, le « résonateur » de OUDIN, et, à droite, de B à D, son schéma où B et A correspondent respectivement à S' et S rattachés à la source de Haute Fréquence.

bre, — exactement comme, dans un tuyau sonore fermé mis en vibration par une soufflerie, la pression est maxima à l'extrémité borgne de ce tuyau, ainsi qu'on peut le contrôler à l'aide de capsules manométriques. De plus, on sait que quand on pose sur un tel tuyau au repos un diapason en vibration, le tuyau « résonne », c'est-à-dire renforce d'autant mieux le son du diapason que celui-ci se trouve se rapprocher davantage de la « période » sonore propre audit tuyau. Eh bien ! de même en haute fré-

quence, où l'antenne rattachée par son extrémité inférieure à l'oscillateur de HERTZ présentera en elle et particulièrement vers son extrémité libre (D) une pression oscillante d'autant plus énergique qu'entre elle et la source de Haute Fréquence il y aura plus parfait accord de période.

Tout le jeu consistait donc à pouvoir régler, par approximations successives, l'oscillateur et l'antenne en connexion, de façon à atteindre leur puissance d'accord maxima. Pour cela, il suffit au docteur OUDIN de faire varier la « quantité », si l'on peut dire, des spires mises en rapport dans les deux systèmes, ainsi qu'on va le voir, d'en ajouter à l'un en en retranchant à l'autre et vice-versa. Cela, il l'obtint en prenant un fil enroulé sur un bâti de bois (fig. 90) et en le rattachant par son extrémité inférieure S' à l'une des armatures externes du double condensateur de D'ARSONVAL, tandis que la connexion à l'autre armature externe est établie par une glissière porte-fil pouvant amener ledit fil S' à une spire quelconque du bâti. De cette façon se trouve, somme toute, intercalé dans le circuit de décharge du condensateur un solénoïde d'étendue variable suivant la position de la réglette et correspondant au solénoïde C C' de la figure 83 dans le classique montage de M. D'ARSONVAL.

Au-dessus du solénoïde d'étendue variable — ainsi donné au circuit de décharge et en modifiant en conséquence la période — reste un bout de fil enroulé qui se termine en haut en extrémité libre et qui représente alors l'antenne de résonance (le « tuyau » sonore superposé au « diapason » oscillateur).

On conçoit maintenant comment il est facile, en montant la réglette, d'augmenter la portion de solénoïde intercalée aux dépens des spires de l'antenne, ou, inversement, en descendant la réglette, d'allonger l'antenne en raccourcissant le solénoïde du circuit oscillant ; et, par conséquent, suivant le régime sous lequel marche l'oscillateur, de mettre, par déplacement de la réglette, l'antenne et l'oscillateur dans leur condition de résonance optima.

Or, ceci, avons-nous dit, aboutit à une pression oscillatoire maxima au bout de l'antenne, ce qui se traduit par l'intensité de l'aigrette qui s'échappe de l'extrémité supérieure de l'appareil en marche et par le flot d'étincelles que l'on voit jaillir lorsqu'on approche de cette extrémité supérieure une capacité ; telle la main par exemple. Ces phénomènes sont au maximum quand les deux solénoïdes sont parfaitement accordés, quand ils vibrent

pour ainsi dire à l'unisson. Ils diminuent très rapidement au contraire lorsqu'on déplace la glissière dans un sens ou dans l'autre.

Mais, ainsi que l'écrivait le Docteur ZIMMERN dans son précis *d'Electrologie Clinique* :

« En fait cependant, dans le résonateur d'OUDIN, il n'y a pas à considérer seulement des phénomènes de résonance. Par suite de la superposition des deux solénoïdes, il se produit forcément des phénomènes d'induction de spire à spire, qui ont pour résultat d'élever considérablement la tension du courant de résonance. Si l'on approche, en effet, de l'extrémité supérieure d'un résonateur bien accordé une capacité, la main par exemple, on en voit jaillir un flot d'étincelles qui peuvent atteindre 8 à 10 centimètres de longueur, celles du solénoïde inférieur ne dépassant jamais 15 à 20 mm. Le solénoïde d'OUDIN n'est donc pas simplement un résonateur, mais un inducto-résonateur. En effet, une des propriétés les plus remarquables des courants de Haute-Fréquence est la facilité avec laquelle on peut élever leur tension. Tandis qu'avec une bobine de Ruhmkorff on ne peut obtenir une élévation de tension un peu considérable qu'au moyen de kilomètres de fil induit plongé dans un champ magnétique puissant, avec les courants de haute fréquence quelques tours de fil suffisent pour élever la tension. »

Arrivons donc maintenant à ces applications en « effluvation » rendues particulièrement faciles par le résonateur d'OUDIN, et d'ailleurs aussi — on le comprendra par ce qui vient d'être dit sur les conditions de l'élévation de tension en H. F. — par la bobine bipolaire de M. D'ARSONVAL (fig. 86), et voyons comment ces utilisations nouvelles complétèrent, dès l'origine, ceux des effets déjà mis en évidence sur l'organisme par les applications dans la « cage d'auto-conduction » ou sur le « lit condensateur ».

Nous avons vu que lorsqu'on relie le résonateur à la source de Haute-Fréquence, il s'échappe de ses dernières spires un effluve, particulièrement bien visible dans l'obscurité et qui est d'autant plus puissant que l'accord est mieux établi entre la source et le dit résonateur. L'effluve offre alors l'aspect de longues aigrettes violacées et sinueuses, qui, maigres à leur point d'émergence, s'étalent ensuite en larges traînées, formant un éventail de chenilles lumineuses. Mais, si l'on approche une capacité, le doigt par exemple, elles se rassemblent pour se projeter sur le doigt. En outre, le champ magnétique créé par le résonateur est tellement puissant qu'on peut tirer des étincelles assez longues de tous les conducteurs ou capacités placés dans le voisinage. C'est ainsi qu'un tube de GEISSLER ou un tube de CROOKES, introduits dans

ce champ, s'illuminent spontanément ; qu'une lampe à incandescence, branchée sur un fil faisant le tour du solénoïde sans le toucher, s'allume également (fig. 88 L).

Pour utiliser ces « mouvements électriques » en application à

Fig. 92. — Une séance *d'effluvation* par le résonateur de OUDIN relié en WW' à la source de Haute Fréquence.

l'organisme, pour faire, comme on dit, de l'effluvation (fig. 92), on relie à l'extrémité libre du résonateur, dans une borne disposée à cette intention, un fil conducteur qui, d'autre part, s'en va au sujet cependant qu'une *électrode* formée d'un pinceau de

fils ou de paillettes de clinquants est reliée à une autre borne. Si alors on approche cette électrode d'un point du tégument, il s'établit un effluve violacé très nourri et très brillant et qui semble bombarder la peau par une infinité de particules électriques, avec un léger bruit de crépitation et une odeur d'ozone très caractéristique.

« L'effluve de haute fréquence, écrit ZIMMERN, permet de localiser les dits courants sur un point déterminé du tégument. Mais il n'en faudrait pas conclure que l'action électrique s'exerce exclusivement sur les régions effluvées. *Tout l'organisme* se charge en effet d'électricité, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en approchant le doigt d'un point éloigné du point d'application : il éclate alors entre le doigt et la peau de fines et menues étincelles. »

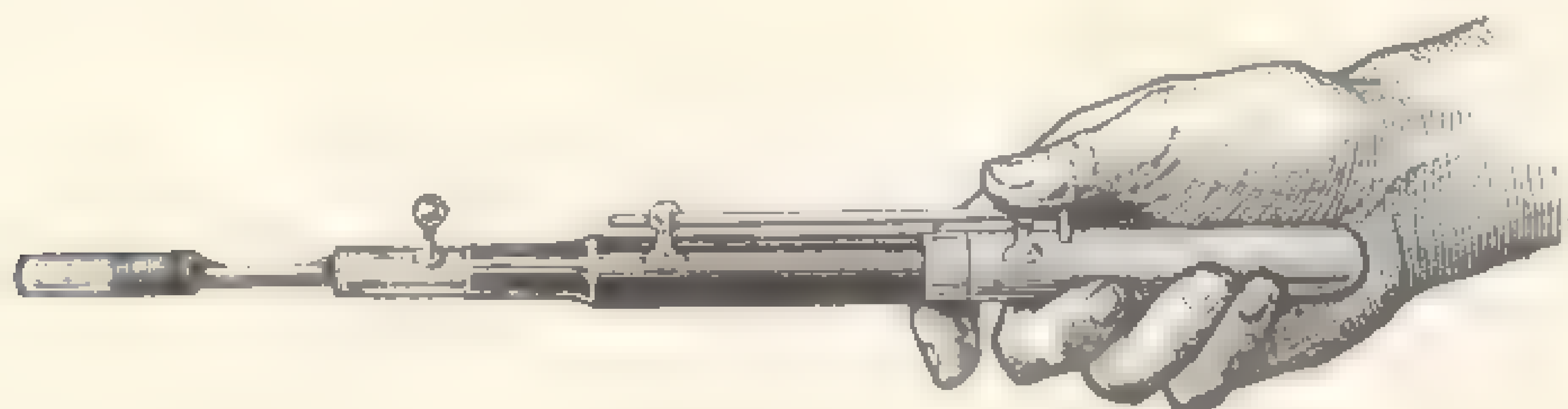


Fig. 93. — Electrode « condensatrice » de OUDIN, perfectionnée par BISSERIÉ.

En reliant au résonateur le sujet assis sur un tabouret isolant, on peut réaliser un dispositif analogue à celui du bain statique :

« Dans l'obscurité on voit alors s'échapper de toutes les aspérités de son corps, de ses extrémités digitales par exemple, de longs effluves violacés. Le sujet se trouve ainsi soumis à un véritable bain de haute fréquence, analogue au bain statique, mais alternatif et de beaucoup plus haute intensité. »

Au lieu de l'effluvation au pinceau de fils ou de paillettes de clinquants, on peut rechercher *l'étincelage* proprement dit à l'aide d'une électrode métallique quelconque reliée à l'extrémité supérieure du résonateur. Il se produit entre l'électrode et la peau des étincelles dont on fait varier la longueur par réglage et du résonateur et du courant principal.

En outre, le docteur OUDIN imagina, pour ses applications locales, une électrode qui constitue un véritable petit condensateur (fig. 93) :

« Un petit cylindre métallique porté par un manche isolant, et relié par un fil à l'extrémité du résonateur, est enfermé dans un tube de verre assez épais. Quand l'appareil est en marche et que l'électrode condensatrice est appliquée sur le tégument, on voit une pluie de petites étincelles se détacher perpendiculairement du cylindre métallique, traverser le verre et se précipiter à la surface de la peau. Ces étincelles sont douces, peu douloureuses, et leur intensité se laisse d'ailleurs régler de la même manière que celle de l'effluve. »

Tout cela que nous venons de dire (toutes ces applications en auto-conduction, condensation, effluvation) fut transporté,

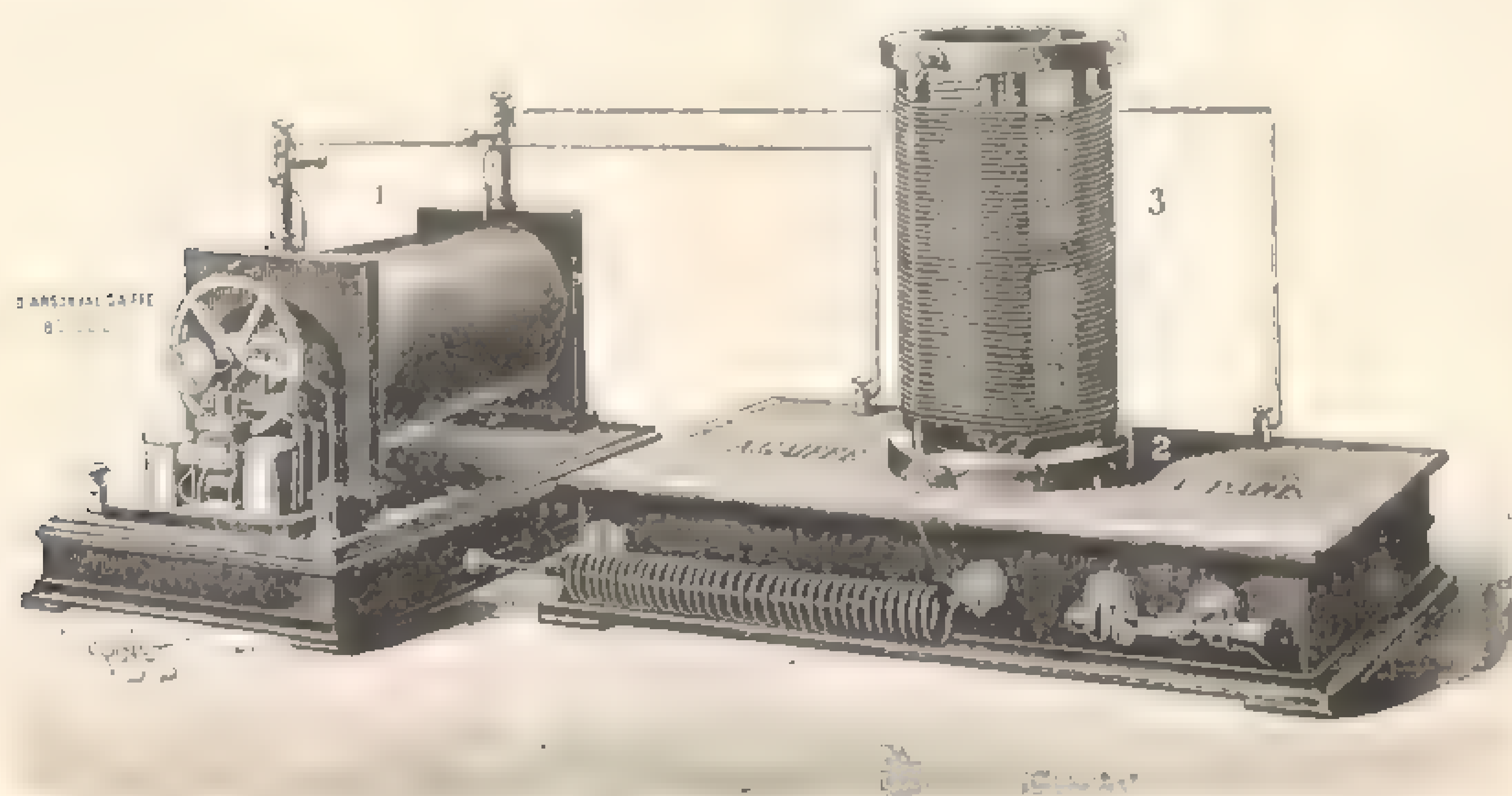


Fig. 94. — 1895 ! Le modeste appareillage — tenant bien un demi-mètre cube ! — avec lequel M. D'ARSONVAL commença, en 1895, dans un « réduit » de l'Hôtel-Dieu de Paris, les applications de la Haute Fréquence au traitement des malades : 1. La bobine de RUHMKORFF génératrice des courants alternatifs de tension qui, par les condensateurs contenus dans la boîte plate (2), alimentent « l'éclateur » figuré au bout de la dite boîte. Accolé à cette même boîte on voit le solénoïde du circuit de Haute Fréquence, et enfin, sur le dessus de la boîte, un « résonateur » de OUDIN (3).

dès l'année 1895, du Laboratoire à la Clinique, c'est-à-dire de l'expérience physiologique animale ou humaine sur êtres sains à l'application sur des terrains malades pour tâcher d'y provoquer des réactions favorables, et les résultats alors relevés furent singulièrement encourageants. Une méthode, une ressource nouvelle de la thérapeutique, naissait, qui allait recevoir plus tard sa consécration, sous le nom de D'ARSONVALISATION, et dont voici les modestes débuts. Nous les tenons de la bouche même de M. D'AR-

SONVAL. C'est *en 1895*, nous venons de le dire, qu'il introduisit pour la première fois dans un hôpital, *à l'Hôtel-Dieu de Paris,*

Fig. 95. — 1936 ! Hall central du service de physiothérapie de l'Hôtel-Dieu de Paris, avec boxes de traitements électriques. Tout alentour sont encore disposées de nombreuses salles de traitements.

cette branche de la thérapeutique qui allait en révolutionner tous les principes, pénétrer dans tous ses domaines, en expliquer

même souvent les autres moyens (chimiques et médicamenteux) par les puissances électro-dynamiques que ces derniers portent en eux.

Ses premières applications sur le malade eurent lieu dans un tout petit local annexe du service qu'y dirigeait alors son assistant au Collège de France et son ami : le Docteur CHARRIN. Dans cette modeste pièce, M. D'ARSONVAL apporta pour tout appareillage celui figure 94 et qui est donc le premier des appareils de Haute Fréquence ayant fonctionné dans un service hospitalier. Il tenait dans une boîte pouvant bien avoir tout au plus un mètre de long sur 0 m. 75 de large et autant de hauteur. Mais pour faire marcher la bobine RUHMKORFF qu'on y voit à gauche (1), c'est-à-dire pour l'alimenter en courant primaire, il fallut que M. D'ARSONVAL apportât des batteries d'accus, car, à ce moment-là, on eût vainement cherché à l'Hôtel-Dieu un courant de secteur. Tout fut donc, tant bien que mal, installé dans le petit réduit, où l'on pouvait recevoir « à l'unité » les premiers malades qu'on allait traiter, « et, nous dit M. D'ARSONVAL, lorsque l'on mit l'appareil en marche, je vis, en raison des étincelles et du bruit qui s'échappaient de mon éclateur, la brave religieuse qui nous assistait se retourner et faire le signe de la Croix, en se demandant sans doute si on ne venait pas d'introduire le diable dans son beau service ! »

Tel est donc le brevet de naissance et le premier jour de cette Physiothérapie dont les services actuels occupent, en chaque hôpital tant soit peu important du monde entier, d'immenses bâtiments et dont les traitements annuels s'y chiffrent, dans certains, par centaines de mille de malades. L'an dernier, ce service de physiothérapie que nous venons de voir naître si modestement dans un cabinet de débarras de l'Hôtel-Dieu, et qui est aujourd'hui, grâce à l'effort de l'Assistance Publique, un des plus beaux et des plus vastes qui soient (fig. 95), l'an dernier donc, le service de l'Hôtel-Dieu a compté 180.000 traitements par les méthodes de M. D'ARSONVAL. En se représentant que, dans les autres hôpitaux : Laënnec, Saint-Louis, La Salpêtrière, La Pitié, Beaujon, Les Enfants-Malades, Broussais, Boucicaut, Tenon, Villejuif, etc..., d'aussi magnifiques services ont été créés, pareillement alimentés en malades, on peut faire le total de ce que, pour la seule région parisienne, sont appliqués de traitements annuels par lesdites méthodes.

Mais revenons aux origines et laissons le Maître nous raconter

lui-même ses premières tentatives thérapeutiques et leurs conclusions — car rien n'est plus passionnant et plus instructif comme l'histoire d'un début en quelque science que ce soit.

C'est à sa communication du 6 juillet 1893 à l'Académie des Sciences que nous allons en emprunter le récit, sous le titre : « Effets thérapeutiques des courants à haute fréquence. »

Fig. 96. — Quarante ans après (juin 1936) : M. D'ARSONVAL dans une des salles de D'ARSONVALISATION de l'Hôtel-Dieu où le « réduit » de jadis est devenu dix salles immenses. On l'y voit devant sa cage d'auto-conduction encore en usage et qui est flanquée d'autres appareils ultra-modernes. — A sa droite, le Professeur CARNOT, professeur de Clinique médicale à l'Hôtel-Dieu ; à sa gauche, le Docteur DAUSSET, médecin chef du Service d'électrothérapie (1) ; contre l'épaule droite du Docteur DAUSSET, le Docteur BELOT, chef du même service à l'Hôpital Saint-Louis et à l'Institut du cancer à Villejuif. — A gauche du Docteur DAUSSET, le Docteur DELHERM, chef de semblables services à la Pitié. — A droite du Professeur CARNOT, le Docteur LEDOUX-LEBARD, médecin radiologiste à la Salpêtrière.

« Les courants à haute-fréquence agissent puissamment pour augmenter l'intensité des combustions organiques, ainsi que je l'ai démontré précédemment. J'ai pensé, dès lors, que cette modalité particulière

(1) Il nous est douloureux de rappeler ici la mort toute récente du Docteur DAUSSET.

de l'énergie électrique donnerait de bons effets dans cette classe particulière de maladies, si bien étudiées par mon savant confrère et ami le Professeur BOUCHARD, sous le nom de maladies par ralentissement de la nutrition. Certaines formes du diabète sucré, la goutte, le rhumatisme, l'obésité, etc..., sont dans ce cas.

J'ai donc institué, depuis le commencement de cette année, une série de recherches cliniques sur ce sujet. Les expériences ont lieu à l'Hôtel-Dieu, dans le service dirigé par mon assistant, le Docteur CHARRIN, et sous son contrôle, au point de vue médical. Les résultats obtenus jusqu'ici ont si complètement répondu à mon attente que je crois devoir en signaler quelques-uns dès maintenant.

Voici dans quel esprit sont instituées ces recherches et quelle a été la marche suivie ; je rejette complètement tous les résultats mettant en jeu l'appréciation du malade, pour tenir compte, exclusivement, des modifications physico-chimiques ou cliniques exactement et objectivement mesurables. J'élimine ainsi complètement les améliorations subjectives qui pourraient être attribuables à la suggestion. Cette cause, qu'invoquent trop légèrement certains médecins pour expliquer des cures indéniables dues à l'électricité, n'a aucune part dans les faits que je vais signaler. D'ailleurs, les résultats positifs, obtenus précédemment chez les animaux et que nous allons retrouver chez nos malades, écartent a priori cette objection.

Les observations ci-dessous se rapportent à deux diabétiques et un obèse.

Les variations de la température ont été prises deux fois par jour, de même que la pression artérielle, qui a été mesurée à l'aide du sphygmomanomètre de notre confrère, le Professeur POTAIN.

L'analyse des urines a été faite par M. GUILLEMONAT, interne du service, qui a procédé de la façon suivante : chaque jour, sur l'urine émise dans les vingt-quatre heures, on prélève un cinquième, par exemple, du volume total. Tous les cinq jours, on fait une analyse. Par ce procédé, on a une moyenne qui élimine les causes d'erreur dues aux oscillations journalières de la diurèse. Les précautions sont prises naturellement pour mettre ces urines à l'abri de la décomposition.

Le coefficient urotoxique de ces urines, coefficient dont on connait aujourd'hui toute l'importance, grâce aux travaux de M. BOUCHARD, a été pris dans son laboratoire même par M. CHARRIN.

Enfin l'application du courant a été faite avec grands soins, sur mes indications, par M. BONNIOT, externe du service, un de mes auditeurs, et élève des docteurs TRIPIER et APOSTOLI. Toutes les précautions, en un mot, ont été prises pour donner à ces observations le caractère de précision qui doit en assurer la valeur.

L'analyse des gaz de la respiration ainsi que la radiation calorimétrique des sujets seront prises également sous peu.

Deux mots maintenant du dispositif instrumental permettant la production des courants à haute fréquence au lit du malade. Je ne

pouvais songer à employer l'appareil si commode décrit dans ma précédente Communication, puisque l'Hôtel-Dieu n'est pas relié au secteur électrique. Pour charger périodiquement le condensateur, j'ai dû avoir recours à la bobine de RUHMKORFF (fig. 94), actionnée par des accumulateurs.

Le trembleur classique de cet appareil présente un gros inconvénient. Sous l'influence du courant énergique qui le traverse, le marteau se soude assez rapidement à l'enclume, et cette fermeture en court-circuit amène rapidement la détérioration de la bobine et des accumulateurs, si une surveillance de tous les instants ne vient parer à cet accident. Pour l'éviter, j'ai fait établir par M. GAIFFE la modification sui-

Fig. 97. — Galvanomètre thermique, indicateur des intensités réalisés en Haute Fréquence.

vante, que la figure ci-jointe met en évidence. L'enclume, au lieu d'être fixe, tourne d'un mouvement de rotation continu, grâce à un petit moteur électrique animé par une dérivation du courant provenant des accumulateurs. Si le collage se produit, il ne peut se maintenir, et l'interrupteur fonctionne ainsi sans surveillance.

La bobine charge les condensateurs plans, reliés en cascade, que contient la boîte plate située à côté de la bobine ; le courant de haute fréquence est capté, comme d'habitude, aux extrémités du solénoïde. Son intensité est réglée en prenant un plus ou grand moins nombre de spires et on la mesure en intercalant dans le circuit le galvanomètre représenté fig. 97, construit pour mesurer les courants de haute fréquence. C'est un galvanomètre thermique, composé d'un fil fin dont l'échauffement se traduit par des variations de longueur, qu'in-

dique une aiguille mobile sur un cadre divisé expérimentalement en milliampères d'un côté, en volts de l'autre.

Cet appareil permet de faire passer à travers l'organisme des courants dont l'intensité dépasse 500 milliampères.

J'ai indiqué déjà trois procédés principaux pour l'électrisation par les courants à haute fréquence : le premier consiste à amener à la partie du corps qu'on veut électriser le courant émanant du solénoïde à l'aide de conducteurs terminés par des électrodes appropriées (fig. 87, I) ; le second consiste à plonger le malade dans un solénoïde ne le touchant pas, mais qui induit dans son corps des courants de même fréquence : c'est la méthode de l'autoconduction ou faradisation induite (fig. 87, III) ; dans le troisième, le malade constitue une des armatures d'un condensateur chargé statiquement par le solénoïde (fig. 87, IV).

Dans les observations ci-dessous, c'est le premier procédé qui a été employé. Le courant émanant du solénoïde traverse le corps entier des pieds aux mains. Un des pôles du solénoïde est en rapport avec l'eau d'un pédiluve où le malade plonge ses deux pieds ; le second pôle est relié aux deux mains par un conducteur bifurqué terminé par des poignées métalliques. Dans ces conditions, le courant est généralisé et son intensité a varié entre 350 et 450 milliampères ; la durée des séances faites quotidiennement, d'abord de dix minutes, a été abaissée successivement à cinq et à trois minutes, suivant l'impressionnabilité des sujets. Ce courant, je le répète, n'exerce aucune action consciente, soit sur la sensibilité, soit sur la motricité, ce qui fait que les malades se soumettent sans répugnance à son action. »

Fait suite à cette communication magistrale l'exposé des premières observations où la Haute Fréquence a été appliquée, avec, à la suite des deux premières : I, Homme de 33 ans, atteint de diabète grave...; II, Femme de 59 ans, diabétique grave..., cette remarque pour l'observation n° II :

« Ce cas prouve de quelle importance est la technique en pareille matière. Quel doit être le nombre et la durée des séances ? Doit-on les espacer, les suspendre ? Autant de questions que l'expérience seule pourra trancher. »

Et, à la suite de la troisième observation : III, obèse âgé de 36 ans, cocher, pesant 50 kilos et présentant une arythmie cardiaque très marquée, cette vue clinique :

« J'ai montré expérimentalement que la haute fréquence agit, comme toujours, puissamment sur la circulation, qu'il existe des contre-indications et qu'enfin la suggestion ne suffit pas pour expliquer les bons effets de l'électricité, puisque ce malade qui n'a pas

bénéficié du traitement avait la foi, contrairement aux précédents, qui furent tout étonnés de se trouver mieux.

Si cette voie nouvelle ouverte à la Thérapeutique est pleine de promesses, je dois prévenir les médecins que tout est à faire au point de vue clinique. J'ai montré expérimentalement que la haute fréquence est un puissant modificateur de l'organisme ; là se borne, pour le moment, mon rôle de physiologiste. »

On voit, par ces dernières lignes, qu'on en était au tout début. Depuis lors, c'est à pas de géant, ainsi que nous l'avons déjà vu, que la Physiothérapie de Haute Fréquence a fait la conquête des hôpitaux et des cabinets médicaux. Une pléiade de chercheurs, *dans laquelle on ne saurait trop rappeler* les « francs-tireurs » du début, mirent en évidence toutes les ressources qu'on en pouvait obtenir, tous les résultats heureux que, même limités aux moyens d'alors, ils constataient sur leurs malades et dans les affections les plus diverses. Ce furent les OUDIN, CHARRIN, TRIPIER, APOSTOLI, MOUTIER, DOUMER, DELHERM et LAQUERRIÈRE, BELOT, ZIMMERN, BERGONIÉ, BORDIER, RIVIÈRE, etc., etc..., pour ne citer que ceux du démarrage. Et c'est aussi dans les domaines les plus variés de la pathologie qu'on en vit faire les applications : maladies générales de la nutrition, voire maladies infectieuses, affections neurologiques, affections gynécologiques et urinaires, dermatoses, pathologie du cœur et des vaisseaux, etc., etc. Partout on applique tantôt la conduction directe, tantôt la cage d'auto-conduction, ou le lit condensateur, ou l'effluvation, et si l'usage même montra les cas plus spécialement indiqués où il faut les réserver, il demeura, de cette vaste étude et patiente sélection, une très longue liste de maladies où les effets en sont indéniables et souvent prodigieux.

Il serait tout à fait hors de notre cadre de vouloir en parcourir dans le détail les indications et applications qui font l'objet de gros traités spéciaux de pathologie et de thérapeutique. Nous devions seulement, vu l'intérêt historique, en souligner les débuts et en marquer le départ.

CHAPITRE VIII

1890-1914 (pars secunda)

HAUTE FREQUENCE ET PROBLEMES NOUVEAUX

SOMMAIRE

Adaptation par M. d'ARSONVAL de son premier appareillage au fait de l'extension de la « distribution électrique par secteur » (le meuble de haute fréquence d'ARSONVAL-GAIFFE). — La participation du « meuble d'ARSONVAL-GAIFFE » au développement des rayons que vient de découvrir ROENTGEN (Rayons X) ; quelques mots de ceux-ci. — Puissante contribution des premiers appareils de d'ARSONVAL au développement de la T. S. F. naissante ; la découverte de BRANLY. — Contribution encore des notions de Haute Fréquence à la compréhension des faits de « radio-activité » que viennent de révéler HENRI BECQUEREL, puis M. et Mme CURIE ; coup d'œil sur la prodigieuse évolution de cette science. — Retour en arrière : campagnes de M. d'ARSONVAL en France et à l'étranger pour y propager la Haute Fréquence. — La création du mot « d'ARSONVALISATION » par le Professeur Viennois MORITZ BENEDIKT (mai 1899). — La collaboration de M. d'ARSONVAL aux travaux de GEORGES CLAUDE pour un nouveau procédé industriel de « liquéfaction de l'air » (1898-1902). — La glorification, en 1909, grâce à l'initiative de M. d'ARSONVAL, du « Père » oublié du froid industriel : CHARLES TELLIER. — Une autre glorification : « le gentleman du zéro absolu ». — Multiples activités encore de M. d'ARSONVAL, pendant ces années 1890-1915.

« Rien de ce qui concerne l'homme ne saurait se dérober de parti pris à l'homme. »

H. BERGSON, *Conférences*.

Au cours de ce Chapitre — auquel nous pourrions légitimement appliquer le fameux : et quel temps fut jamais si fertile en miracles ! — nous allons voir surgir, aux horizons de la Science, quantité de découvertes nouvelles vers lesquelles notre sujet nous entraînera irrésistiblement, car, plus ou moins, M. D'ARSONVAL manipulant les ondes de Haute Fréquence s'y trouvera intéressé. Pénétré de cette idée que « rien de ce qui concerne l'homme ne saurait se dérober de parti pris à l'homme » et qu'il n'est pas de Science particulière qui n'ait à profiter de tous les autres labeurs, son esprit curieux « de la nature des choses » va donc suivre passionnément ces travaux contingents aux siens, souvent les éclairer de ses propres lumières.

Mais, en attendant que nous rencontrions sur notre chemin toutes ces occasions d'incursion en ces retentissantes découvertes qui alors se succèdent « en coups de foudre », voyons d'abord, comme suite directe aux études de M. D'ARSONVAL en Haute Fréquence, les perfectionnements progressifs et les applications nouvelles que la méthode et son instrumentation reçoivent de leur créateur même, au fur et à mesure des progrès et de la généralisation de l'électricité.

L'apparition des « courants de secteurs alternatifs » et des « transformateurs haute tension » devait, bien entendu, l'amener

à substituer à la primitive bobine — alimentée au primaire par du « continu » coupé (d'accus, de piles ou de secteur) — un appareillage utilisant cette haute tension alternative maintenant si facilement obtenue, et de façon régulière et non saccadée, par les récents « alternateurs » industriels et leurs « transformateurs ».

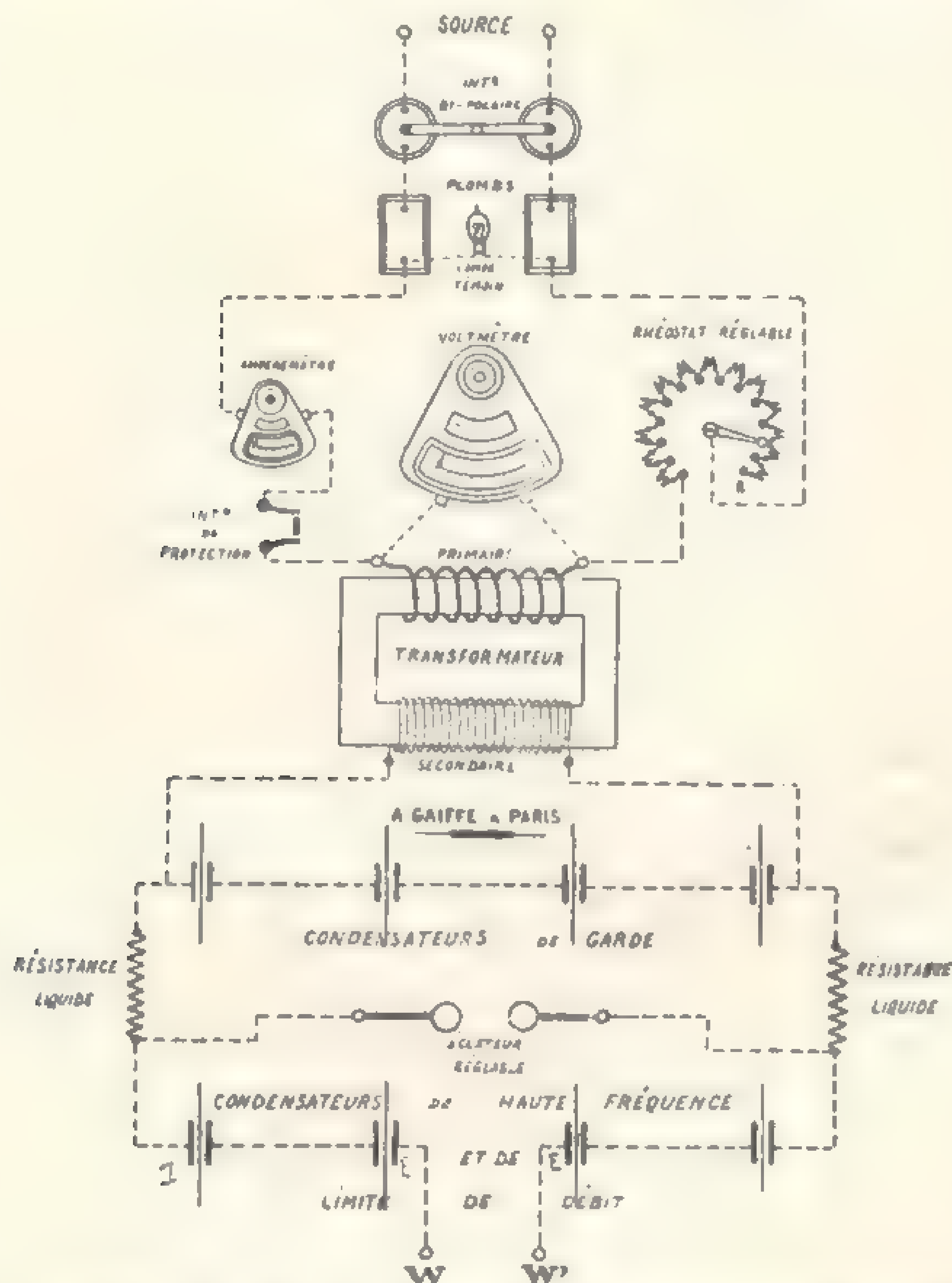


Fig. 98. — Schéma en Haute Fréquence du meuble D'ARSONVAL-GAIFFE donné en vue réelle dans la figure suivante.

C'est alors qu'il crée vers 1900 de nouveaux appareillages tels que celui dit : « meuble à grande puissance D'ARSONVAL-GAIFFE » (fig. 99), qui, pendant plusieurs années, représenta, dans les cabinets médicaux, la meilleure utilisation de la nouvelle thérapeutique (d'autant plus que ce meuble pouvait en même temps,

comme nous le verrons par la suite, servir de générateur pour la production des rayons X). Nous verrons aussi que si, plus tard, ce mode d'obtention des courants de Haute Fréquence par « appareils à éclateur » a paru un moment dépassé et effacé par la faveur qu'obtint la nouvelle génératrice d'ondes : la fameuse lampe « triode », aujourd'hui la tendance de l'électrologie est nettement d'y revenir pour plusieurs des importantes applications initialement conçues par M. D'ARSONVAL. C'est qu'en effet on en

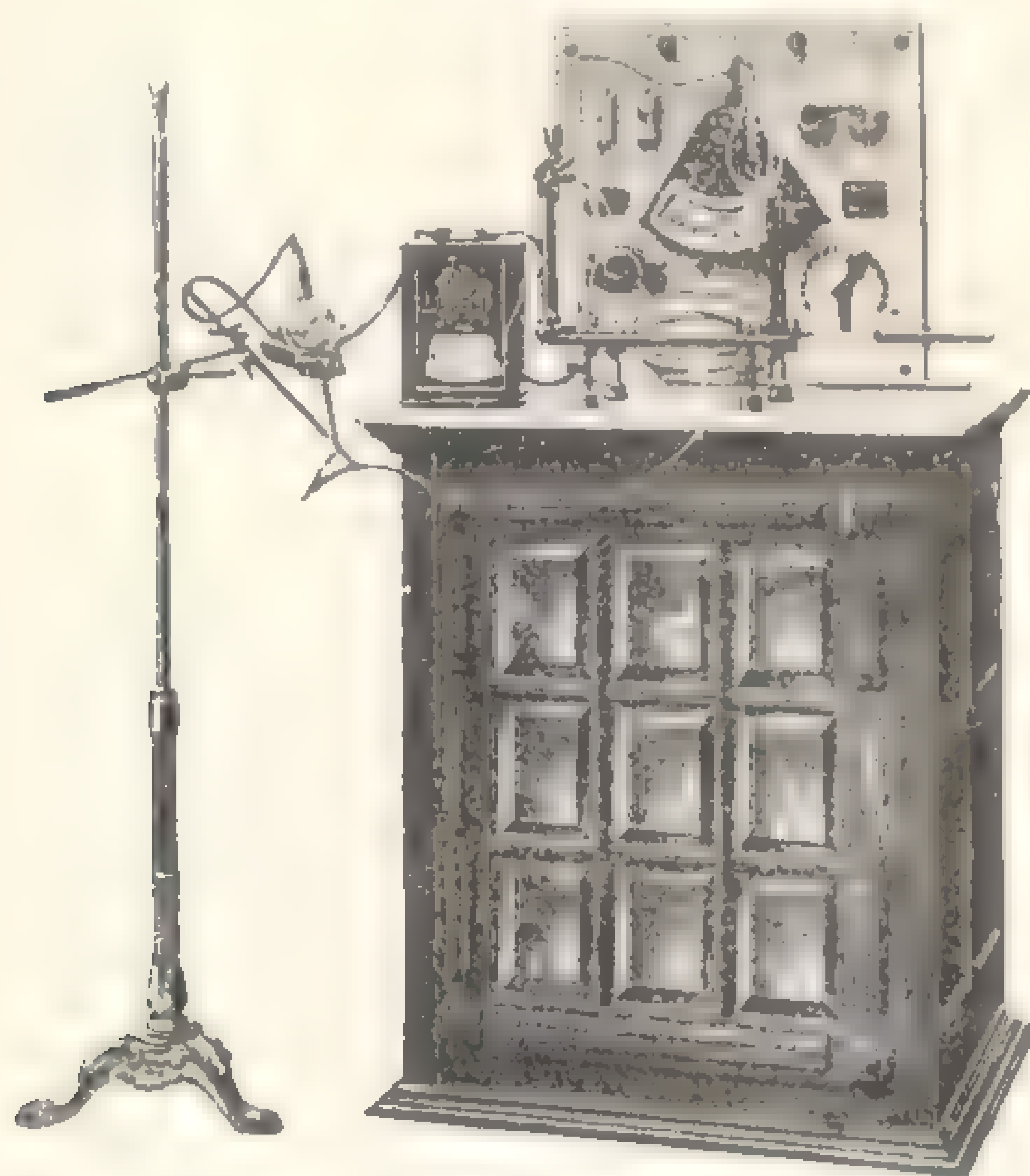


Fig. 99. — Vue réelle du meuble de Haute Fréquence D'ARSONVAL-GAIFFE, modèle 1904 (pouvant aussi servir de générateur pour les rayons X).

obtient des résultats que les installations à lampes sont loin, pour certaines de ces applications, d'aussi bien permettre. De plus en plus donc, pour elles, ainsi que pour la diathermie proprement dite à ondes moyennes, on tend à reprendre les appareils initiaux de M. D'ARSONVAL et à réserver les lampes pour les effets d'ondes courtes. Mais en attendant que nous retrouvions, vers 1933, repris et modernisé par lui à cette intention, le « meuble de 1900 », voyons d'abord celui-ci tel qu'il était à son origine (fig. 99) avec, en vis-à-vis (fig. 98), son schéma de disposition « Haute Fréquence ».

On voit par la figure-schéma (fig. 98) que l'installation a pour point de départ un branchement sur un *secteur alternatif de basse tension* et de basse fréquence : le classique 120 ou 220 volts ; 42 ou 50 périodes. Pris à la canalisation « source », ce courant de basse tension va, par les intermédiaires d'usage : interrupteur bi-polaire de mise en marche, plomb fusible, rhéostat, voltmètre, ampèremètre, alimenter le primaire d'un transformateur. Alors le secondaire de celui-ci devient la source alternative de haute tension nécessaire aux charges des condensateurs de haute fréquence mentionnés sur la figure-schéma, et les étincelles de tension qui surgissent entre les deux bornes de l'éclateur (inclus dans l'œuf de verre, sur l'autre figure 99); deviennent, comme nous l'avons précédemment expliqué, les génératrices et les vectrices des décharges à fréquence infiniment plus considérable des condensateurs, c'est-à-dire les génératrices et vectrices de ces « trains d'ondes amorties » qui caractérisent le mode de fonctionnement de ces appareils.

Par des résistances et des condensateurs de garde placés où il faut, on a supprimé le danger pour le transformateur des retours vers lui d'une partie des ondes engendrées, retour qui le détériorerait rapidement, car l'isolement des fils n'en est jamais assez puissant pour empêcher les courts-circuits menaçants entre spires voisines, du fait des énormes différences de potentiel inhérentes à ces ondes.

En W W' sont les bornes d'utilisation du circuit de haute fréquence, lesquelles servent de prises de départ à toutes les applications qu'avait signalées M. D'ARSONVAL : auto-conduction, condensation, effluvation, etc., etc..., et puis encore : diathermie par contact avec ondes moyennes, et nous verrons aussi bientôt comment ce meuble créé pour la haute fréquence se trouva très simplement s'adapter aux rayons X naissants.

L'autre figure (fig. 99) donne l'aspect naturel et en élévation du meuble. On retrouve, sur le tableau de marbre surmontant le buffet, certains des éléments du schéma de tout à l'heure : borne d'arrivée du primaire d'alimentation, interrupteur, plomb, rhéostat, appareils de mesure. D'autre part : l'éclateur réglable inclus dans le gros œuf de verre. Quant au transformateur, il est logé dans le meuble lui-même. Ceci dit et qui est de la haute fréquence, on voit encore sur le meuble des connexions allant vers un support d'ampoule de rayons X et dans lesquelles s'intercalent des soupapes de verre en forme d'œufs très allongés dont nous

verrons plus loin l'usage, car tout cela appartient à la mise en service du meuble comme source de rayons X.

Pour ce qui est encore de l'utilisation en haute fréquence, nous avons dit tout à l'heure que ce meuble de 1897 était revenu récemment en faveur après une période d'éclipse (fig. 100). Mais on n'en comprendra bien les raisons que lorsque nous aurons eu, un

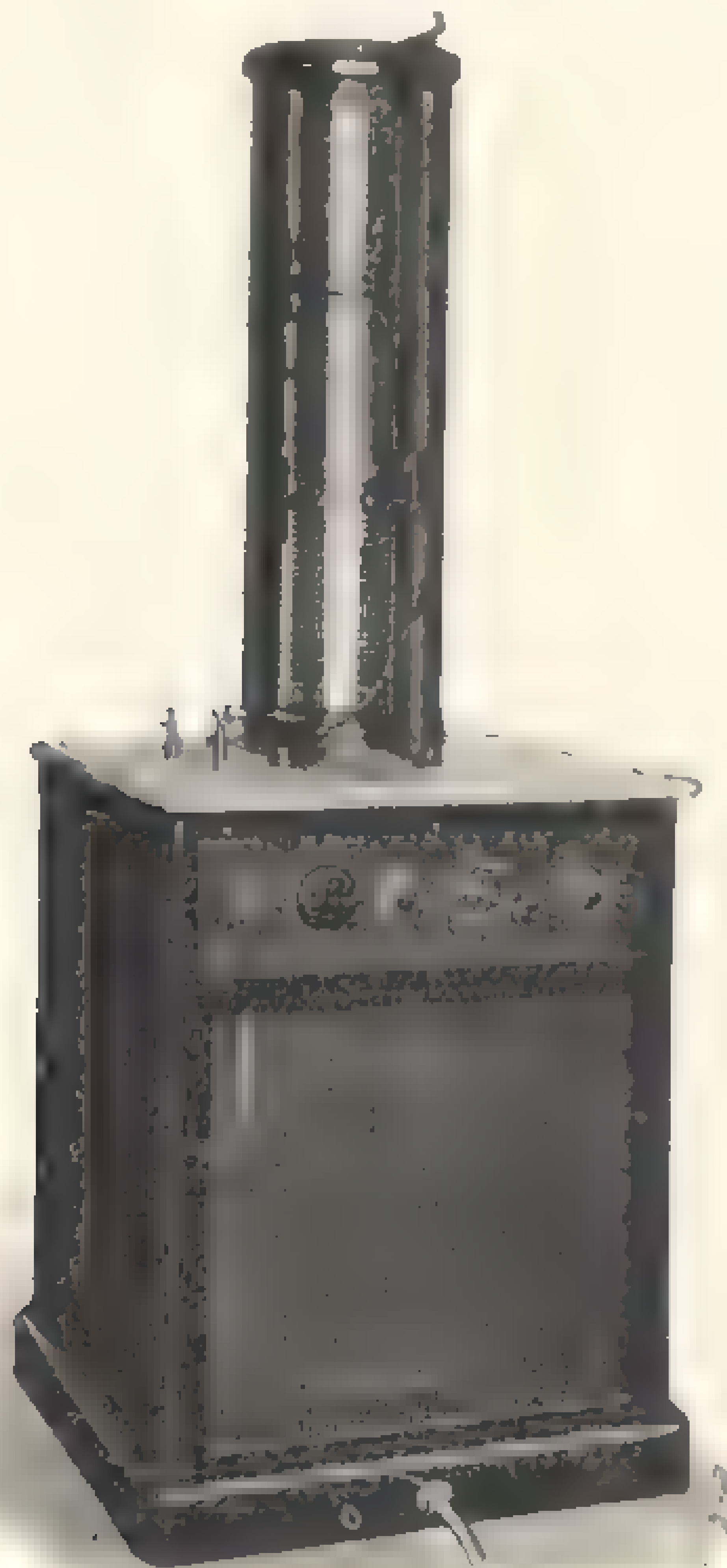


Fig. 100. — Meuble D'ARSONVAL, modèle 1933, pour la Haute Fréquence à ondes amorties.

peu plus loin, l'occasion d'aborder l'histoire des lampes « triodes ». Pour l'instant, contentons-nous de faire remarquer combien ce retour en grâce de certains appareils préconisés à l'origine par M. D'ARSONVAL — et qui est le fait d'éminents praticiens à longue expérience et à sens critique très développé, — témoigne de la sagacité du Maître qui, dès le principe, avait si bien vu et posé tous les effets que permettaient d'obtenir ses premiers appareils.

En attendant donc d'y revenir avec les triodes, montrons maintenant comment le meuble « de 1897 » se trouva hautement servir, dès son apparition, une science nouvellement née : celle des rayons X.

C'est qu'en effet, depuis quelque temps, — depuis exactement décembre 1895, — de singuliers phénomènes nouveaux étaient venus, parallèlement aux si curieuses révélations de M. D'ARSONVAL sur les effets de la Haute Fréquence, occuper l'attention du monde savant et aussi du grand public.

En cette fin de l'année 1895, un Professeur de l'Université de Wurtsbourg, WILLIAM ROENTGEN, avait découvert que sur les parois d'un tube de CROOKES (fig. 101), suffisamment vidé et traversé par un courant de Haute Tension produisant dans le tube des rayons déjà bien connus, dits : cathodiques, s'arrêtant aux parois du verre et nullement susceptibles d'aller à distance impressionner une plaque photographique masquée, que donc, sur le verre du tube de CROOKES heurté par les rayons cathodiques, naissaient d'autres rayons, ceux-ci étrangement diffusibles et pénétrants, puisque capables d'impressionner les plaques photographiques enfermées dans leurs châssis, capables encore de provoquer à distance la fluorescence d'un écran de verre imprégné de certains sels, enfin capables, si on interpose, entre le tube d'une part et la plaque sensible ou l'écran d'autre part, des corps plus ou moins opaques, d'aisément traverser les parties les moins denses de ces corps et d'aller projeter l'ombre des plus denses sur la plaque ou sur l'écran.

Ces étranges rayons nouveaux, nés du choc des primitifs rayons cathodiques sur un obstacle, furent, en raison de leur mystère, qualifiés par ROENTGEN du nom de rayons X. Quant aux précédents, on les appelle « cathodiques », parce qu'ils partent de la « cathode », nom donné à l'électrode reliée à la phase ou polarité dite négative de la source de Haute Tension (pôle dit négatif sur la bobine de RUHMKORFF par exemple). Comme on sait que, pour la doctrine électronique moderne, le pôle négatif est celui où il y a le plus d'électrons, donc le plus de pression ou de potentiel électrique, c'est donc par le flux d'électrons partant de la cathode que sont provoqués les rayons cathodiques (ce qui n'empêche pas de dire, quand on garde l'habitude de la notation ancienne, que l'anode est reliée au potentiel + et que le courant électrique va du + au —, de l'anode à la cathode). Au surplus, dans un secondaire de transformateur industriel où les courants inverses qui se

succèdent régulièrement sont rigoureusement égaux — à la différence de ce qu'on observe avec la bobine de RUHMKORFF — il se fait donc à chaque coup un changement de polarité *égal* et l'anode théorique devient donc, un coup sur deux, une cathode, la cathode devenant alors anode. Comme ces changements de

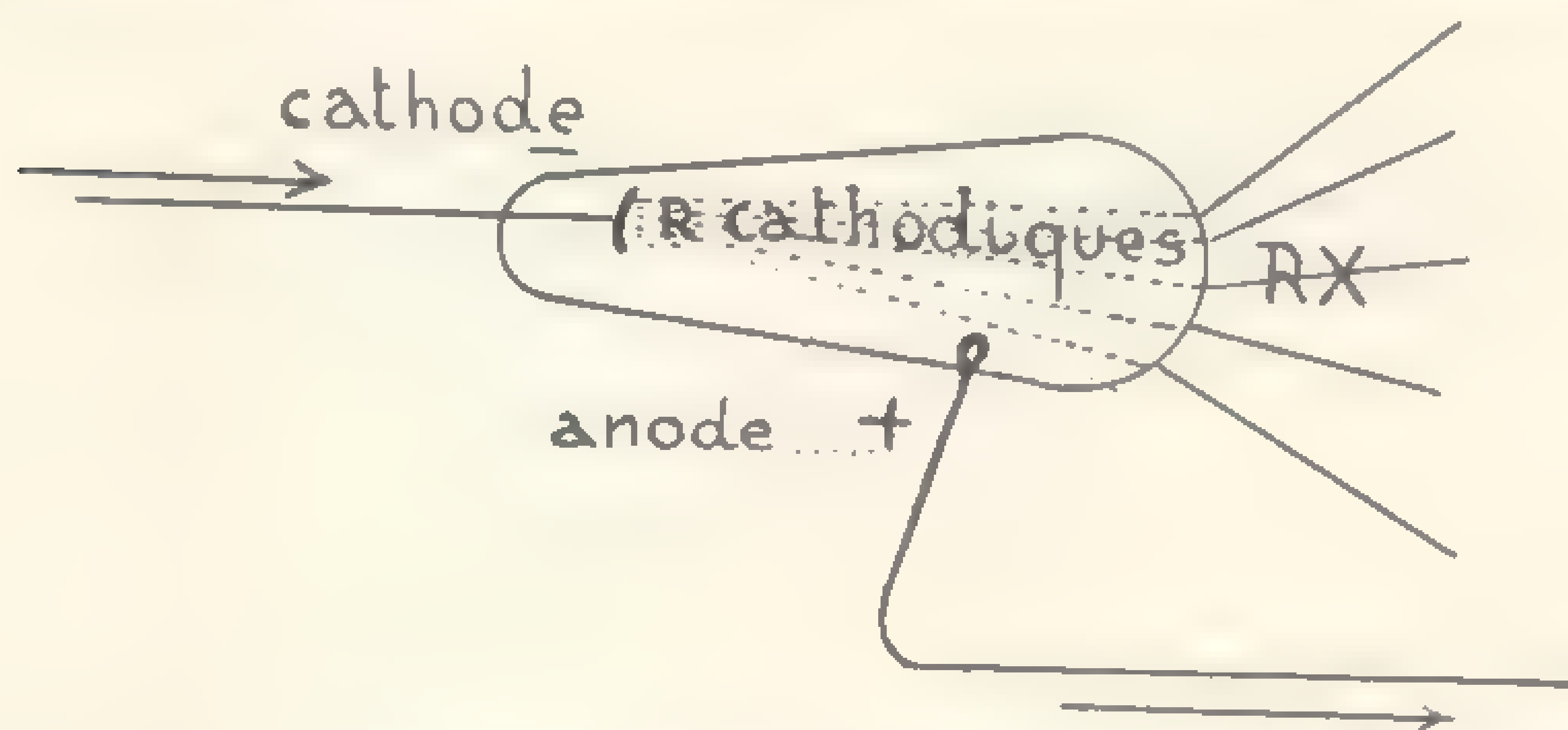


Fig. 101. — L'ampoule de CROOKES grâce à laquelle RŒNTGEN découvrit par hasard les rayons X (voir explications dans le texte).

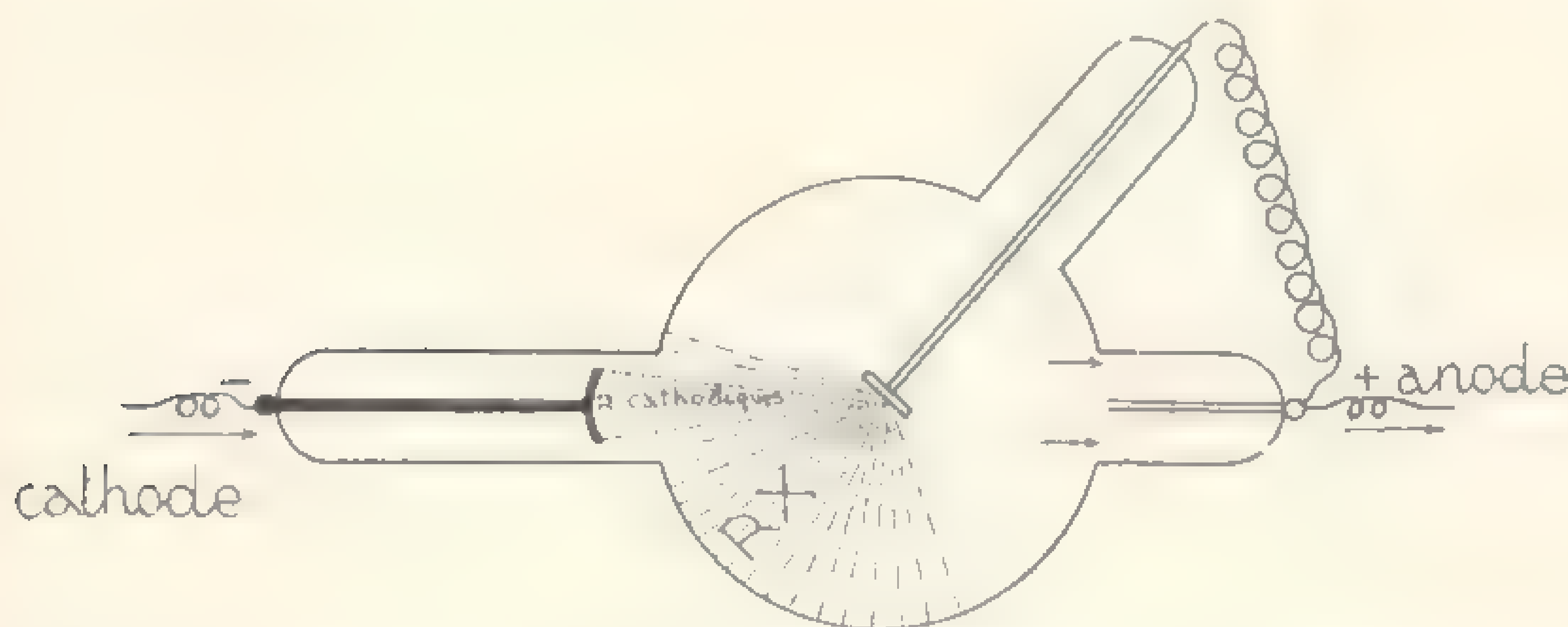


Fig. 102. — Transformation de l'ampoule de CROOKES de la découverte en une ampoule plus adaptée à « ramasser les rayons X » et à les diriger vers le point à explorer.

polarité dans les bobines et dans le transformateur sont très préjudiciables à l'ampoule, on s'arrange de façon à supprimer une onde sur deux en ne gardant que le flux de la vraie cathode (et bien que l'on continue de dire, *en vertu de la dénomination* ancienne, que le courant va alors de l'anode à la cathode).

On trouvera bien exprimées, sur les deux figures ci-dessus, les

conditions de production de ces rayons X, à la rencontre des rayons cathodiques avec un obstacle : avec la simple paroi de verre dans l'ampoule primitive de la découverte ; avec, dans les ampoules modernes, une électrode métallique (anticathode) interposée sur leur chemin, pour des raisons de concentration, intensité, direction, etc..., sur lesquelles nous n'avons pas à insister ici, où nous ne traitons que des *principes* et des *origines*.

Pour mieux fixer ces origines, rappelons le *hasard* qui servit ROENTGEN dans sa découverte.

Il était en train de refaire, en pleine obscurité, dans son laboratoire, des expériences anciennes sur le passage du courant électrique de haute tension dans les gaz raréfiés, et, alors que l'ampoule de CROOKES *incluse dans une boîte de carton noir* était en fonction, il eut la surprise de voir un fragment de platino-cyanure de baryum placé à quelque distance dans le laboratoire devenir vivement lumineux. Comme il ne pouvait s'agir de luminescence par les rayons cathodiques déjà connus et qu'on savait arrêtés par tout obstacle placé sur leur trajet, il fut incité à considérer ce phénomène comme tout à fait nouveau.

« Bientôt il releva la grande transparence de divers corps, pour ces radiations, le carton, le bois, le papier ; la perméabilité des parties molles de la main et l'opacité relative du squelette, la luminescence du platino-cyanure de baryum, du sulfure de calcium, etc..., etc..., et la très grande sensibilité des plaques photographiques sèches. Ces premières constatations renfermaient déjà les éléments des applications médicales des rayons de ROENTGEN » (1).

Les études ultérieures qui, de tous côtés, en furent faites amenèrent à « catégoriser » ce rayonnement nouveau qui fut immédiatement appliqué à la révélation des parties denses cachées de notre corps, dès lors projetées par lui en « ombres » sur l'écran fluorescent, tandis que les parties moins denses étaient traversées comme si elles n'existaient pas. Ainsi, le squelette se « désincarna » et apparut d'abord seul, dépouillé du manteau devenu invisible de son enveloppe charnelle. Mais on sait comment, par la suite, grâce aux progrès de la technique et en particulier au perfectionnement dans la construction des ampoules émettrices, les parties molles elles-mêmes de notre corps intermédiaires à la peau et au squelette se trouvèrent saisies par l'écran ou la pla-

---

(1) Docteur JAUGEAS, *Précis de radio-diagnostic*, Masson, 1913, page 9.

que photographique, s'accusant en ombres plus ou moins légères et de quel prix pour le diagnostic est devenue l'étude par le médecin de tous ces détails.

Sur les immenses progrès ainsi réalisés par les techniciens et spécialistes de la radiologie, nous ne nous arrêterons pas, puisque M. D'ARSONVAL, absorbé par d'autres travaux, n'y prit qu'une part tout à fait indirecte. Mais, pour bien faire comprendre en quoi ses travaux et installations de Haute Fréquence vinrent à point servir la nouvelle science et comment il les y adapta, il faut un peu revenir sur certains points de la génération des rayons X et de l'écoulement électronique qui est à leur origine.

L'ampoule, avons-nous dit, doit être alimentée par du courant de *Haute tension*, lequel était alors surtout fourni par la bobine de RUHMKORFF, — ou encore par des bobines transformatrices d'alternatif de secteur, alternatif dont la distribution industrielle commençait à prendre une grande extension. Mais on s'aperçut tout de suite que, pour conserver à l'ampoule *durée et qualité*, il fallait n'avoir qu'un courant de tension uniformément dirigé à travers elle, et non les allées et venues incessantes qui caractérisent tout alternatif. D'où l'idée — soit sur la bobine de RUHMKORFF, soit sur la bobine transformatrice — de n'y prendre qu'une alternance sur deux, toujours la même, et qu'on appela « l'onde directe », et de faire disparaître, de neutraliser, en l'absorbant, l'onde gênante de retour qu'on appela « l'onde inverse ».

Pour cette suppression différents moyens furent inventés, dont celui très pratique qu'on appela : la « soupape », et qui est une sorte d'œuf de verre à pôles très allongés, avec deux électrodes incluses de forme très différente : l'une en tire-bouchon métallique gros et large ; l'autre, au pôle opposé, en forme de tige métallique étroite. Cette disposition fait que lorsque *l'œuf-soupape* est convenablement intercalé « en dérivation » sur le circuit *bobine-ampoule*, il offre une très grande résistance au passage de l'onde directe, laquelle, trouvant plus facile le chemin de l'ampoule, se dirige vers elle, tandis qu'il n'oppose qu'une résistance insignifiante à l'onde qui se présente en sens inverse, l'absorbant alors et l'empêchant ainsi de traverser l'ampoule.

Ce sont de telles soupapes qu'on aperçoit sur le meuble de Haute Fréquence D'ARSONVAL-GAIFFE (fig. 99), toutes prêtes à servir lorsqu'on va l'utiliser en rayons X dont on voit l'ampoule portée par un pied métallique en dehors du meuble. Et l'on va

maintenant comprendre la mise en service du dit meuble pour ce nouvel usage.

On met le circuit de l'ampoule en connexion avec les bornes générales d'utilisation (WW' du schéma), c'est-à-dire, en définitive, avec les armatures externes des condensateurs, selon le principe du montage à la D'ARSONVAL. Sur ces armatures est intercalée en dérivation une tige métallique à glissière constituant un *éclateur réglable spécial* pour les Rayons X et qu'on nomme un « spintermètre ». C'est la tige métallique la plus proche du dessus du meuble sur la vue en nature, et qui n'est pas représentée dans le schéma restreint à la Haute Fréquence. Le spintermètre détermine une décharge oscillante des condensateurs, au moment où une étincelle se produit spontanément par suite d'une trop grande augmentation de résistance dans le circuit de l'ampoule, ou encore à l'occasion de la recherche de l'étincelle dite équivalente par le moyen de laquelle, précisément, on mesure la résistance actuelle de l'ampoule et donc la qualité des rayons qu'elle émet. Les courants de Haute Fréquence qui naissent en ces occasions, et se propagent bien entendu jusqu'au générateur de haute tension, ne peuvent cependant le détériorer grâce aux résistances liquides et aux condensateurs de garde que nous avons déjà signalés en expliquant la figure schéma du dispositif Haute Fréquence.

Enfin, se trouve sur le circuit de l'ampoule, et pour la protéger, une « dérivation » de deux soupapes se suivant en série et bien visibles sur le meuble (fig. 99), soupapes qui, comme nous l'avons dit, « absorbent » l'onde inverse et obligent l'onde directe à seule « filer » dans l'ampoule. Et c'est ainsi que, par l'ingéniosité de son meuble à double usage, M. D'ARSONVAL se trouva, dès 1900, apporter une très importante contribution aux progrès en diagnostic et en thérapeutique du nouveau rayonnement signalé par ROENTGEN, car ce meuble eut alors un succès prodigieux, vu les commodités qu'il donnait pour cette époque (1).

Mais voilà qu'en ces années si fécondes, de 1890 à 1910, une autre science (issue de l'oscillateur de HERTZ et de la Haute Fré-

(1) En 1913, l'illustre Américain COOLIDGE, appliquant le principe (voir page 363) de flux d'électrons sortant d'un fil rendu incandescent par un courant, a réalisé une remarquable ampoule à rayons X universellement connue sous son nom.

quence) était venue joindre son intérêt, sinon médical, du moins industriel et social, aux faits organiques que M. D'ARSONVAL avait révélés au compte de ces courants. Et cette science nouvelle, qui devait devenir la Télégraphie et la Téléphonie Sans Fil, ne pouvait, bien entendu, demeurer étrangère à l'esprit de M. D'ARSONVAL, ni se priver de son concours.

Elle était née, elle aussi, un peu du hasard — comme les rayons de ROENTGEN — ou plutôt d'une géniale intuition inculquée, un jour de 1891, au Docteur BRANLY, par une remarque faite en son Laboratoire de l'Institut Catholique à Paris.

Voici comment — lors de la fête du souvenir qu'avait organisée en son honneur l'Union Médicale Latine, sous la conduite de son Président Fondateur : le Docteur DARTIGUES, et où nous faisions partie de la délégation venue apporter ses hommages à l'illustre Savant, — nous l'entendîmes nous raconter sa découverte :

Dans une salle de cours, j'avais placé un éclateur à étincelles, ici même, où je suis, et à trois pièces plus loin, c'est-à-dire à 25 mètres, j'avais formé un circuit (fig. 103-104), composé d'une pile, d'un galvanomètre et d'un tube de verre comprenant de la limaille métallique. Il n'y avait aucune liaison matérielle entre l'éclateur à étincelles et le circuit. Or, si une étincelle était produite à l'éclateur, la limaille du tube de verre devenait conductrice et le galvanomètre accusait une déviation qui indiquait le passage d'un courant. Si l'on imprimait un très léger choc sur le tube de verre à limaille, le courant était supprimé ; mais une nouvelle étincelle de l'éclateur le rétablissait.

J'avais réalisé, en quelque sorte, l'appareil transmetteur et l'appareil récepteur de la télégraphie sans fil.

Ainsi donc, voilà un courant de piles qui se trouve instantanément établi ou interrompu *à distance* dans un tube de limaille suivant qu'on fait ou non fonctionner un *générateur de Haute Fréquence* dans le voisinage, et tout de suite vient l'idée que des signaux de l'alphabet Morse peuvent être reçus et transcrits, par ce « résonateur à limaille de fer », d'une émission faite à distance, puisque, suivant que cette émission sera plus ou moins soutenue, le courant dans le résonateur sera lui aussi plus ou moins durable et pourra par conséquent aller inscrire sur une bande de papier télégraphique des traits (-) ou des points (.) groupés en correspondance exacte avec les manœuvres faites sur l'émetteur.

BRANLY venait donc de trouver le principe de la communication à distance par les ondes à Haute Fréquence et si bientôt le génie d'un MARCONI allait montrer le chemin de l'exploitation indus-

trielle de ce principe, n'oublions pas que le premier MARCONIGRAMME lancé par l'illustre ingénieur italien à travers la Manche fut par lui adressé à EDOUARD BRANLY pour saluer l'initiateur premier de la grande novation qui allait bouleverser notre vie sociale. Rappelons-en le texte transmis de Douvres et reçu à Wimereux :

« Wimereux, 29 juin 1899, 4 h. 47 soir. — M. MARCONI envoie à M. BRANLY ses respectueux compliments par le télégraphe sans fil à travers la Manche, ce beau résultat étant dû, en partie, aux remarquables travaux de M. BRANLY. »

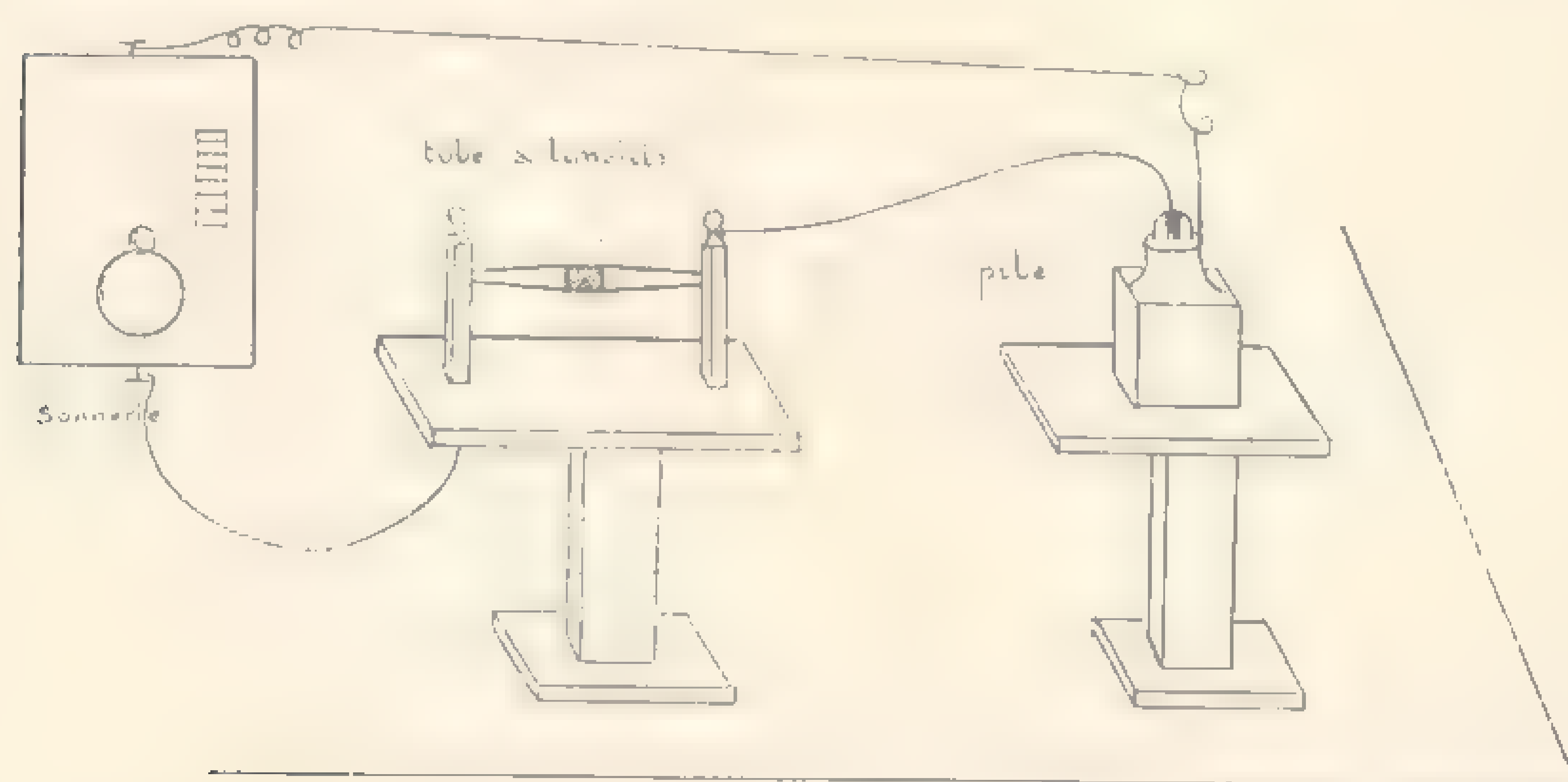


Fig. 103. — Schéma du cohéreur de BRANLY, premier signal de « télégraphie sans fil » par les ondes de Haute Fréquence venant d'un « émetteur » éloigné.

On sait que, depuis, grâce à des renforcements des solénoïdes et de l'antenne annexée au poste émetteur, ainsi que de l'antenne et des solénoïdes analogues au poste récepteur, et avec des puissances sans cesse accrues des bobines (puis des lampes) émettrices, on est arrivé à « transporter » à des distances infinies l'influence toute restreinte réalisée au début par BRANLY dans les premières expériences de son Laboratoire. On sait aussi que bien d'autres « capteurs d'ondes » ou « résonateurs » ont été progressivement substitués au tube à limaille initial, et qu'aussi le téléphone s'intercalant bientôt au départ et à l'arrivée dans les appareils transmetteurs et récepteurs moyennant certains artifices, on a pu véhiculer toutes les modulations de la voix et de la musique sur le dos de ces ondes. (Schéma figure 105.)

Nous n'avons pas à y insister ici, ne faisant pas un cours de

T. S. F., mais nous devons dire la contribution de M. D'ARSONVAL à ces brillants débuts de la grande Star moderne et la puissante impulsion qu'il apporta à sa conquête du monde. Car il ne faudrait pas oublier que lorsqu'en 1902, le Capitaine FERRIÉ — devenu depuis l'illustre Général FERRIÉ tant regretté, — fit à la Tour Eiffel les premiers essais de T. S. F., ce furent les puissants appareils de H. F. créés dix-huit ans auparavant par M. D'ARSONVAL pour ses expérimentations physiologiques qu'il vint lui demander à son Laboratoire et que, pendant dix ans, c'est par eux que la Tour a marché.

Fig. 104. — Le premier cohéreur photographié au Laboratoire du Professeur BRANLY. On y reconnaît aisément les différents éléments du schéma précédent.

On fonctionnait alors, en ces débuts, en télégraphie seulement, avec un appareillage ne donnant que des ondes « amorties ». Si — depuis l'apparition et le triomphe de la lampe émetteuse à trois électrodes : la triode, — les ondes « entretenues », si commodes pour véhiculer la parole et toutes les modulations du son, ont remplacé les ondes amorties et les anciens appareils impuissants à ce nouvel usage, nous n'en devons pas moins rappeler aux jeu-

nes générations que c'est avec les appareils mêmes du laboratoire de M. D'ARSONVAL que la première grande station émettrice française a longtemps fonctionné en « télégraphie sans fil ».

Mais, tandis que les techniciens du Génie Militaire et du Génie Civil faisaient concourir les découvertes de BRANLY et l'instrumentation de M. D'ARSONVAL à la transmission des signaux télégraphiques, M. D'ARSONVAL et ses élèves, plus spécialement préoccupés d'applications physiologiques et médicales, comme nous l'avons mentionné en tête de ce chapitre, employaient les appareils qu'ils découvraient et perfectionnaient : meubles de haute fréquence, résonateur de OUDIN, bobine bi-polaire, cage d'auto-conduction, etc..., au traitement d'un grand nombre d'affections rebelles jusque-là à la thérapeutique, en attendant d'orienter encore les ondes amorties vers une thérapeutique nouvelle comprenant : la diathermie, l'électro-coagulation, le bistouri électrique que nous retrouverons plus loin.

Pour l'instant, poursuivant le plan que nous avons adopté de montrer comment les travaux de M. D'ARSONVAL en H. F. se trouvaient à point pour servir l'extraordinaire floraison de faits nouveaux que ces dix années (1890-1900) voyaient surgir, il ne nous est pas permis, après les rayons X et après la T. S. F., de passer sous silence une autre forme d'ondes et rayonnements alors découverte par le génie de BECQUEREL, puis de PIERRE et MARIE CURIE, puisqu'elle « se case » dans l'échelle des ondes électro-magnétiques auxquelles les études de M. D'ARSONVAL avaient donné tant d'actualité.

Non certes que M. D'ARSONVAL ait été directement pour quelque chose dans la découverte de la « radio-activité » — pas plus qu'il ne l'avait été dans celle des rayons X ou de la T. S. F., branches qui revendiquent des « auteurs » bien personnels et essentiellement distincts les uns des autres. Mais, de par les « campagnes » de M. D'ARSONVAL vulgarisant partout les ondes de Haute Fréquence, la familiarisation qui s'en faisait depuis dix ans rendait pour ainsi dire l'opinion toute orientée vers la conception *d'un clavier d'ondes* électro-magnétiques où il n'était plus nullement surprenant de voir — chose jusqu'alors insoupçonnée — des corps bruts se montrer « émetteurs » et occuper certaines touches du clavier.

Pourtant — par autre chose encore que par la prescience dès ses débuts de la constitution électrique fondamentale de l'Univers et

que par l'échelle des ondes électro-magnétiques qu'il contribua tant à établir — le nom de M. D'ARSONVAL pourrait bien se trouver, à l'avenir, rattaché aux brillants destins de la radio-activité, et cela par le chemin indirect d'une formidable installation à laquelle, comme président depuis de longues années de la Société de l'Electro-Céramique, il eut l'occasion de donner plus d'une directive avec la gloire de l'inaugurer, le 21 juin 1933.

Nous avons déjà dit, dans un précédent chapitre (Chap. VII, p. 250), que les physiciens modernes, transmutateurs d'atomes,

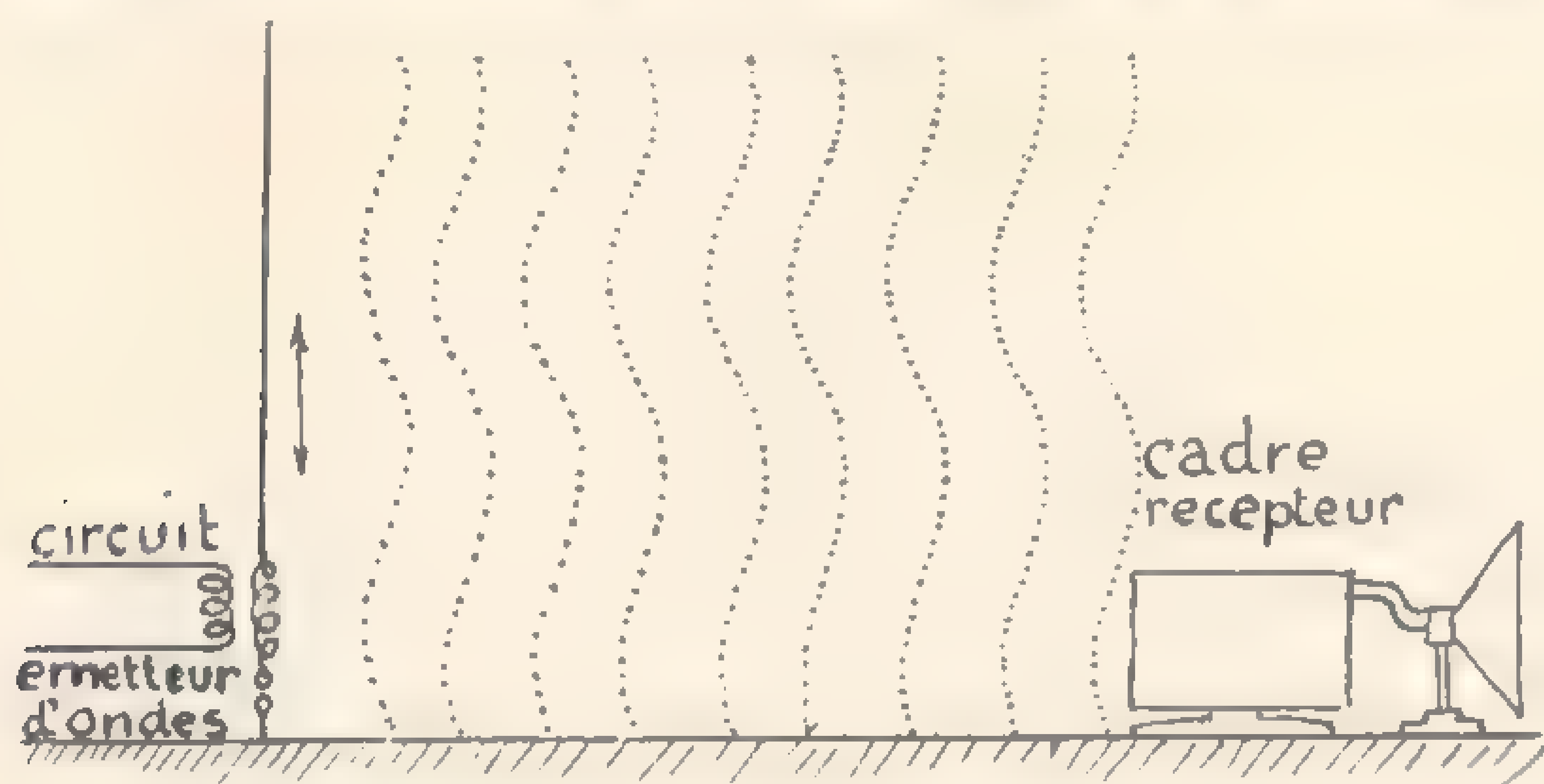


Fig. 105. — Schéma d'une transmission par ondes de Haute Fréquence (T. S. F.).

appelaient de toutes leurs forces des courants à tension « astronomique », c'est-à-dire à voltage atteignant des millions de volts, pour réaliser cette impérieuse exigence, précédemment aussi expliquée, à savoir : que pour promouvoir dans les tubes à gaz raréfiés contre des substances disposées en « buts » — avec quelque chance d'en atteindre et faire éclater les noyaux atomiques — les infiniment petits « projectiles » (corpuscules alpha, protons, etc...) empruntés aux morcellements d'autres atomes (ceux du gaz inclus : hélium, hydrogène (1)...), il fallait « rêver » de forces balistiques, de courants d'électrons entraîneurs, balayant en quelque sorte le tube à des vitesses fantastiques. Ainsi donc obtient-on, par ce procédé artificiel substitué

(1) On trouvera expliqué et figuré plus loin (p. 303) : que le « proton » est le noyau d'un atome d'hydrogène, et que le « corpuscule α » est le noyau d'un atome d'hélium.

aux émissions corpusculaires des trop rares substances *naturellement* radio-actives, ainsi donc obtient-on, en même temps que l'abondance des projectiles pris aux gaz ionisés, leur énergie suffisante de choc suivant la formule $W = \frac{1}{2} mv^2$ qui fait que la masse m étant prodigieusement petite, il faut, pour conserver l'effet W, que la vitesse v — d'ailleurs portée au carré — devienne, elle, prodigieusement grande.

Rappelons à ce propos — *car elle est typique de la façon d'enseigner de* M. D'ARSONVAL — l'image étonnante de clarté par laquelle il sut nous faire toucher du doigt les « raisons » de ces tensions formidables souhaitées des « artilleurs de l'atomistique » pour leurs tubes à bombardement : « Prenez un obus et faites-le devenir une balle de fusil, puis faites devenir cette balle une aiguille, il vous faudra pour obtenir au but une énergie cinétique suffisante que vous compensiez la perte de masse par une vitesse proportionnellement multipliée, en vertu de la loi générale rappelée. Eh bien ! par vos courants d'électrons lancés dans votre tube à gaz vous voulez entraîner *d'infiniments petits* morcellements atomiques de ces gaz (leurs protons, leurs corpuscules α, etc...) et en faire des projectiles ; la loi vous montre qu'il vous faudra des vitesses d'entraînement colossalement grandes. Or, comme dans le cas d'un corpuscule électrisé mis en mouvement sous l'action d'un champ électrique, il y a aussi une relation *directement proportionnelle* entre la vitesse (v) et la différence de potentiel appliqué (V), il s'ensuit que pour obtenir des entraînements corpusculaires très rapides, il faut pouvoir réaliser d'énormes tensions V. »

Or, voici qu'à Ivry-sur-Seine, au Laboratoire AMPÈRE de la « Compagnie Générale d'Electrocéramique », grâce à des dispositifs aussi hardis que nouveaux (1), s'est réalisée en ces années dernières une tension qui n'avait jamais encore été atteinte — encore que depuis on s'ingénie ici et là, en France et à l'Etranger, à la surpasser : tension de 3.000.000 de volts que, dans la cérémonie mémorable et bien significative du 21 juin 1933, M. D'ARSONVAL fut appelé, en quelque sorte, à mettre officiellement en action. Et voilà la force que l'Electrocéramique et son

(1) Consulter : De MM. P. SCHUEP et M. SOLLIMA, ingénieurs à la Compagnie Générale d'Electrocéramique : « Le générateur à trois millions de volts, et l'oscillographe à rayons cathodiques du Laboratoire AMPÈRE », et « Revue générale de l'Electricité », 15 décembre 1923, 6 juin 1925, 1er juillet 1933.

président tiennent à la disposition des savants et entreprenants transmutateurs d'aujourd'hui qui ne se privent pas d'y recourir.

Nous ne reproduisons pas les photos de la mise en marche solennelle de ces trois millions de volts et du Tout Paris Scientifique

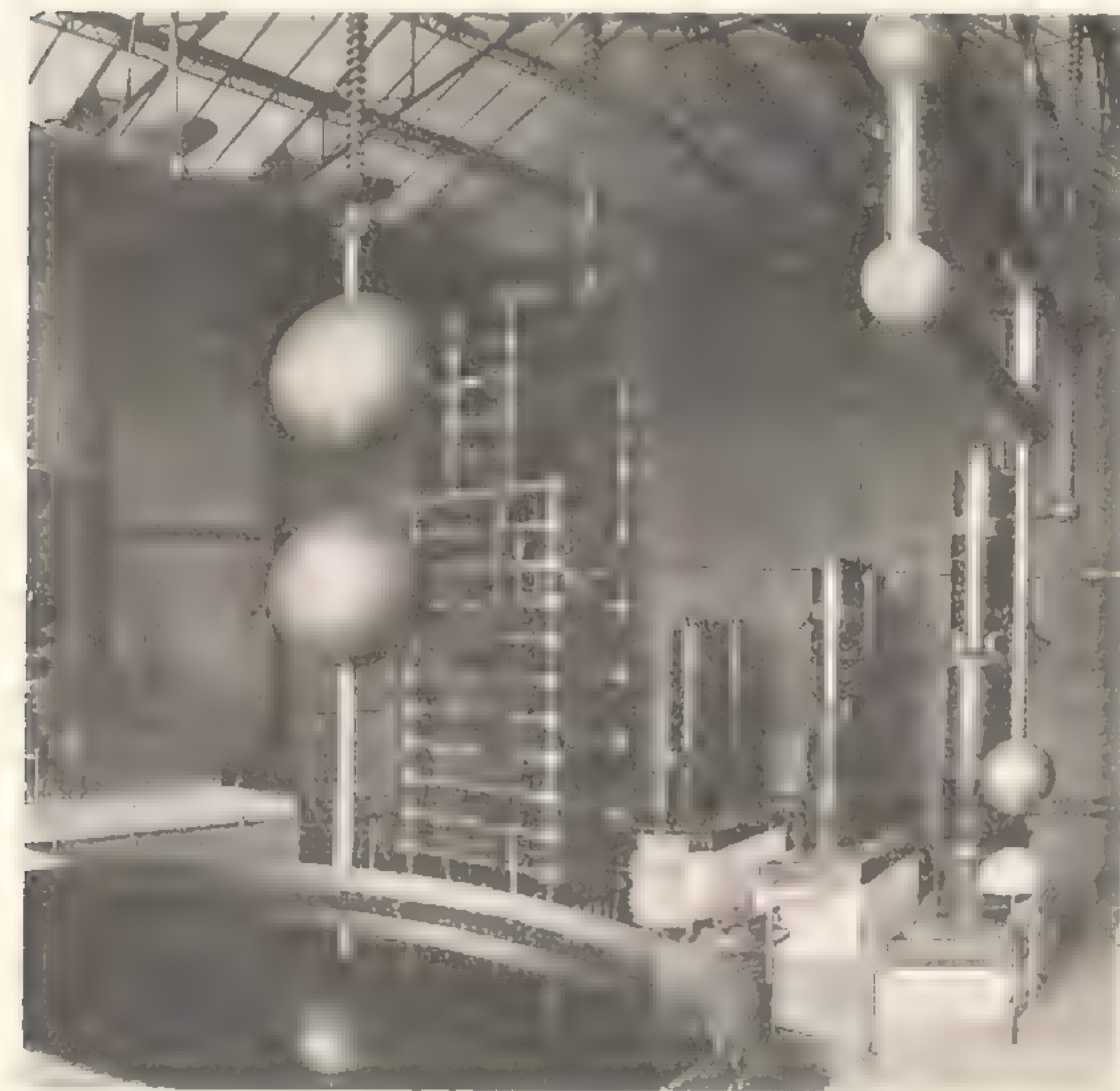


Fig. 106. — Le Laboratoire AMPÈRE de la Cie l'Électrocéramique que préside M. D'ARSONVAL (voir contexte).

qui entourait à cette occasion M. D'ARSONVAL, formant un impressionnant rassemblement de savants : on les pourra trouver dans les Revues et Illustrés de juin-juillet 1933. Mais nous allons tâcher de donner, par une autre photographie « plus au calme » (fig. 106), une impression de ce qu'est cette merveilleuse installation — et même de l'expliquer, bien que ce soit « un monde »

de détails et de précisions qui ont nécessité de longues études et les plus délicates mises au point.

Grosso modo, disons qu'en décomposant cette figure, on y reconnaîtra les trois parties suivantes :

— A droite, trois transformateurs bobinaires verticalement placés constituant un générateur de 1 million de volts, sous fréquence industrielle, transformateurs somme toute classiques, à double enroulement bobinaire, avec alimentation primaire de secteur. Ils représentent l'installation première de 1923, lorsqu'on estimait déjà très ambitieux de réaliser 1 million de volts. Cette installation peut toujours fonctionner, mais indépendante du nouveau générateur de 3.000.000 de volts auquel des impossibilités techniques ne permettent pas jusqu'à présent de l'additionner.

— Au centre (tour prismatique), ce qu'on appelle : le « générateur d'impulsions » à 3 millions de volts, fait de vingt étages de « condensateurs », soit au total cent condensateurs au papier dans l'huile, avec chacun sa cuve de faible encombrement relatif (38 cm. en long et large et 51 cm. de hauteur). Condensateurs qu'on peut relier « en série et parallèle », suivant de multiples combinaisons et qui portent d'ailleurs leurs éclateurs, dits « éclateurs intermédiaires », visibles sur la figure. Dans un « trou » (non visible) – à gauche et au-dessous du pupitre grillagé des commandes — est placé un transformateur à 150.000 volts alimenté en courant alternatif bas voltage et basse fréquence, et ce courant ainsi transformé, puis, grâce à deux soupapes dites « kénotrons », redressé (comme dans une installation de rayons X), s'en va charger les condensateurs de la colonne à cinq étages.

— A gauche et en avant, un gros éclateur à sphères, chacune de deux mètres de diamètre, en laiton embouti, d'une épaisseur de trois millimètres d'ailleurs renforcée par une armature intérieure, et pesant chacune environ 500 kilos. Cet éclateur, placé en dérivation entre la ligne Haute Tension et la ligne de Terre, sert seulement à mesurer la différence de potentiel atteint, d'après l'écartement de ses deux grosses sphères. (On aperçoit encore sur la figure le pupitre de commande où se tient l'opérateur avec, à sa portée et sous ses yeux, tous les leviers de direction et protégé par une cage de FARADAY, en métal déployé, reliée à la terre.)

Par cette sommaire description, on aura sans doute donné au lecteur l'impression très nette d'un « système de Haute Fréquence », avec ses éléments classiques, puisque : dans une fosse,

que je ne devais pas avoir peur des Parisiens. « Tu sais, ajouta-t-il, ils seront peut-être un peu moqueurs, mais prends cela comme un témoignage d'amitié et si l'on te reproche d'être Limousin, eh bien, réponds tranquillement que personnellement en ta qualité de Limousin, tu ne dois pas être étranger aux Parisiens, puisqu'en fin de compte ce sont les Limousins qui ont bâti Paris. » (*Rires et applaudissements*). Et alors je me sentis tout à fait réconforté et lorsqu'il me fallut quitter Paris, je le quittai avec regret, mais avec le ferme espoir d'y revenir. Quelques années plus tard, en effet, j'y suis revenu comme vous l'avez rappelé tout à l'heure, monsieur le Président, en qualité d'externe des Hôpitaux et là encore je dois une vive reconnaissance à la Ville de Paris, car elle m'a donné la satisfaction de me sentir un homme : pour la première fois et grâce à elle, j'ai gagné de l'argent. (*Sourires.*)

Comme externe à l'hôpital de l'Enfant-Jésus, j'ai touché, pour la première fois, 75 francs qui représentaient le trimestre pendant lequel j'avais appliqué à ces pauvres petits coxalgiques du service du Professeur ARCHAMBAULT toute une série d'appareils. J'étais très fier de ces 75 francs et je ne crois pas avoir depuis lors gagné de l'argent qui m'ait procuré autant de plaisir.

Enfin, à la Ville de Paris, je dois encore autre chose. Je lui dois d'être entré à l'École Arago comme professeur de chimie. Je n'étais pas très fort en chimie, mais je me suis efforcé d'intéresser mes jeunes élèves qui étaient bien un peu indisciplinés, je dois le dire. J'avais décidé de faire un cours théorique et un cours expérimental. Dans mon cours expérimental de chimie, la chimie ne tenait peut-être pas beaucoup de place. Je travaillais en effet, à cette époque, avec mon ami MARCEL DEPREZ, à tout autre chose. Nous nous occupions, en effet, de transport d'énergie Electrique à distance et c'est précisément sur ce sujet que je faisais mon cours de l'Ecole Arago. J'ai obtenu le plus grand succès. Pour preuve : il me suffisait de dire, pour obtenir l'obéissance de mes jeunes gens, qui étaient, je le rappelle, quelque peu indisciplinés, que je les priverais de mon cours expérimental. Cette seule menace suffisait à me procurer un silence complet.

Il me reste de ce temps-là, Monsieur le Président, un petit discours que j'ai fait en 1881, lors de la seconde distribution de prix à l'École Arago. Je terminais alors mon discours par quelques phrases qui sont encore d'actualité et qui, pourtant à cette époque, m'ont valu quelques quolibets. Voici ce que je disais :

« Canaliser l'électricité, c'est bien démocratiser la force. Mais il y a plus. Transporter la force à grande distance, c'est pouvoir se passer du charbon dont les provisions s'épuisent, c'est pouvoir utiliser les forces naturelles jusqu'ici perdues. Dans un avenir prochain — et c'est là ce qui m'a valu des quolibets — nous verrons les eaux de

nos fleuves, les vents ou les marée mettre en mouvement de puissantes machines électriques d'où partira un réseau de fils sillonnant le pays et distribuant sur son parcours la force à l'industrie et à l'agriculture. Rappelez-vous, mes enfants, que, grâce à la science, l'impossibilité d'hier sera la banalité de demain. Et ce ne sont pas là seulement des théories en l'air ; dans quelques jours l'exposition de Munich nous montrera le transport de la force sur un parcours de plus de 60 kilomètres de longueur réalisé pour la première fois par un Français, MARCEL DEPREZ, aux applaudissements même de l'Allemagne. »

Je tiens, Monsieur le Président, à vous remettre personnellement un exemplaire de mon petit discours en souvenir de mon passage à l'École Arago.

Comme vous le voyez, Messieurs, c'est moi qui ai contracté une grande dette de reconnaissance envers la Ville de Paris, puisqu'elle m'a permis, au temps de mes débuts bien difficiles, de poursuivre une carrière qui se termine si bien, si glorieusement aujourd'hui, grâce à vous. (*Applaudissements prolongés.*)

Ce même soir du 26 mai, le Professeur STEFAN JELLINEK, Professeur d'Électropathologie à l'Université de Vienne (Autriche), l'un des élèves étrangers les plus chers au cœur du Maître et de qui M. D'ARSONVAL a présenté tant de notes à l'Académie des Sciences, prononça du poste d'émission de la Tour Eiffel, *urbi et orbi*, un éloge ému de celui que tous les savants du monde, sans distinction de nationalité, comme il le souligna, ont en si haute vénération.

Puis, le 27, ce fut au grand amphithéâtre de la Sorbonne, paré comme aux jours les plus solennels, et avec l'escorte d'honneur de la Garde Républicaine, l'entrée triomphale devant une salle archicomble et croulant d'applaudissements — au premier rang de laquelle se trouvait le Président de la République ALBERT LEBRUN, tout à l'heure salué par une vibrante *Marseillaise* — ce fut donc l'entrée du plus simple et du plus modeste des hommes, en jaquette, avec, à la boutonnière, l'imperceptible fleurette de grand'croix de la Légion d'honneur, dont il eût pu ceindre le grand ruban cramoisi (fig. 145). Et l'homme mince, fluet, mais droit, était visiblement ému et étonné de tant de grandeurs déployées à son actif.

Voici, dans sa volontaire concision, le compte rendu officiel de la cérémonie :

SÉANCE SOLENNELLE

DANS LE GRAND AMPHITHÉÂTRE DE LA SORBONNE

Bien avant l'ouverture de la séance, il eût été difficile de trouver encore une place dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.

M. ANATOLE DE MONZIE, ministre de l'Education Nationale, présidait ; M. ALBERT LEBRUN, président de la République, qui avait bien voulu

Fig. 145. — Dans la cour de la Sorbonne le jour du Jubilé (27 mai 1933). — *De gauche à droite* : M. PAUL STRAUSS, vice-président du Sénat, ancien ministre ; M. DANIÉLOU, ministre de la Santé Publique ; M. le Professeur D'ARSONVAL ; M. HENRI PATÉ, vice-président de la Chambre des Députés.

honorer la cérémonie de sa présence, avait à ses côtés M^me^ D'ARSONVAL, MM. PAUL STRAUSS, vice-président du Sénat ; HENRY PATÉ, vice-président de la Chambre ; DANIÉLOU, ministre de la Santé Publique ; DE CHLAPOWSKI, ambassadeur de Pologne ; le Ministre d'Autriche ; RENARD, préfet de la Seine ; DE FONTENAY, président du Conseil municipal ; les représentants de diverses ambassades et légations.

Les Membres du Comité d'honneur et les délégations des associations étrangères avaient pris place sur l'estrade.

M. le Ministre de l'Éducation Nationale avait à sa droite : MM. le Professeur D'ARSONVAL, LÉONCE ARMBRUSTER, le Dr BELOT et H. FILON ; à sa gauche, MM. JOSEPH BÉDIER, GEORGES CLAUDE, CAVALIER, directeur de l'Enseignement Supérieur, et G. MEKER.

La manifestation fut diffusée par les postes radiotéléphoniques d'État.

Après l'exécution de la *Marseillaise*, par la musique du 24e Régiment d'infanterie, M. DE MONZIE, ministre de l'Éducation Nationale, donna la parole à M. L. ARMBRUSTER, président de la Renaissance Française, qui ouvrit la série des discours au nom du Comité d'Organisation.

Il ne nous est malheureusement pas possible de rapporter intégralement ces discours, tous remarquables et dont chacun accuse, dans le concerto général, une note personnelle faisant valoir plus spécialement telle vertu ou telle gloire du jubilaire. Mais on peut dire que rarement concert de louanges atteignit à de telles hauteurs de vues générales, à une telle prospection d'horizons suscitée par l'étendue même des dons de celui à qui on rendait hommage.

Après que M. ARMBRUSTER eût dit, au nom du Comité d'Organisation et de la Renaissance Française, le sens profond de cette manifestation : « celui d'un hommage national... »; que le Ministre de l'Éducation Nationale, M. DE MONZIE, eût, d'une façon infiniment spirituelle, souligné tout ce que précisément l'Éducation Nationale doit à M. D'ARSONVAL ; que M. BÉDIER, administrateur du Collège de France, avec son charme habituel de « conteur », eût montré la Légende (fille de l'Histoire) en train de consacrer le nom de M. D'ARSONVAL, comme la poésie fait plus belle la réalité, et dit combien le Collège de France était fier d'avoir son nom intimement lié à cette consécration suprême, puisque M. D'ARSONVAL et le Collège de France n'ont fait qu'un pendant soixante années, le Professeur LANGEVIN, parlant au nom de ses collègues, résuma dans un raccourci impressionnant et avec une exceptionnelle maîtrise l'œuvre de physique générale de M. D'ARSONVAL, tableau que vint si bien compléter, sur le terrain des applications médicales, le discours final du Dr BELOT. Nous ne pouvons taire les passages essentiels de ces deux discours, parce que, mieux que tout effort de notre part, ils feront apparaître le relief de ce que nous avons longuement buriné dans le détail au cours de ce volume et en présenteront la meilleure synthèse terminale qu'il nous soit possible de rêver. Toutefois, il nous faut auparavant souligner encore le beau discours où GEORGES CLAUDE relata tant de ses souvenirs de travail avec son cher Maître. Ayant été y

prendre antérieurement l'essentiel de ce que nous avons dit lorsque nous avons parlé de ces années (Page 316 et suivantes), nous en jugeons superflue la redite et, obligé de nous borner, nous rapporterons donc seulement les principaux passages du discours du Professeur LANGEVIN et de celui du Dr BELOT :

DISCOURS DU PROFESSEUR LANGEVIN

Professeur au Collège de France

Permettez au physicien que je suis, son collègue depuis plus de trente ans, de venir auparavant apporter ici, non seulement un affectueux hommage de reconnaissance pour le constant réconfort d'une précieuse amitié, mais encore un trop bref témoignage des services rendus à la Science et aux hommes par une œuvre dont je voudrais marquer la ligne générale et souligner l'unité profonde dans son apparente diversité.

Tout d'abord, unité d'inspiration que vous définissiez vous-même, mon cher D'ARSONVAL, quand vous disiez avec humour, dès 1881, en discutant les conceptions simplistes de certains théoriciens de l'électricité : « Pour mon compte personnel, je m'en tiens, dans mes recherches, au terre à terre de la méthode expérimentale dont je dois la connaissance à CLAUDE BERNARD... »

Cette foi dans la méthode expérimentale procède chez vous d'un amour profond du laboratoire et d'une remarquable ingéniosité dans la mise en œuvre des connaissances et des ressources du physicien, non seulement pour la solution des problèmes que posent les sciences de la vie, mais encore pour la satisfaction des besoins de la vie et le développement des applications de la Science. Si vivant vous-même, vous êtes constamment dominé par le souci d'assurer la liaison sous des formes diverses entre la Science et la Vie. Et par surcroît, vous enrichissez l'arsenal du physicien de moyens d'actions nouveaux, d'appareils de mesure, de machines électriques, de ce galvanomètre grâce auquel j'appris pour la première fois votre nom, il y a bien plus de quarante ans, de vos appareils de haute fréquence, d'appareils d'optique comme votre spectrophotomètre, d'appareils thermiques, mécaniques, tous marqués au coin de la plus originale et de la plus active inventivité. J'ai le souvenir très vif de vous avoir vu entouré par tous ces enfants de votre imagination et de votre volonté dans ce laboratoire de la rue Claude-Bernard où je vous rencontrai pour la première fois. Vous n'avez cessé de vivre avec eux et de les animer dans le cadre agrandi de cette maison de Nogent, construite à votre usage et où votre inlassable activité connaîtra encore bien des années heureuses...

Toutes ces créations de votre esprit et de vos mains ne sont cepen-

dant que des moyens pour résoudre les problèmes de la vie et pour servir la vie d'une manière qui s'élargit progressivement au cours des étapes de votre carrière.

Tout d'abord, vous créez et construisez les appareils thermiques, mécaniques, électriques, optiques nécessaires à l'étude et à la mesure des manifestations physiques de la vie, soit comme collaboration aux recherches et à l'enseignement de vos maîtres et prédécesseurs, CLAUDE BERNARD et BROWN-SEQUARD, soit pour vos recherches personnelles sur ces mystérieux transformateurs d'énergie que représentent pour vous les êtres vivants. Votre attention se porte particulièrement sur la liaison entre les manifestations mécaniques et électriques, entre la déformation et l'excitation électrique du muscle. Vous en établissez la réversibilité et vous en donnez, pour la première fois, de manière ingénieuse et profonde, un modèle électrocapillaire, que vous me permettrez d'appeler piézoélectrique, puisque je crois voir un lien étroit entre vos expériences sur les propriétés électriques et mécaniques, voire téléphoniques du muscle et votre proposition d'une première application pratique à la microphonie de la propriété piézoélectrique de certains cristaux, peu de temps après sa découverte par les frères CURIE.

De manière naturelle, l'étude des manifestations physiques de la vie vous conduit à l'étude inverse de l'action des agents physiques sur les êtres vivants et particulièrement du plus souple, actif et subtil, l'électricité, dont vous dites : « Elle constitue aujourd'hui le moyen d'étude le plus parfait et le plus délicat dont le physiologiste puisse disposer. Cette circonstance motive suffisamment la persévérance que je mets à perfectionner cette précieuse méthode pour la voir sortir du laboratoire et s'introduire dans la clinique. »

Cette dernière affirmation, qui remonte à cinquante ans, correspond au troisième aspect de votre activité : employer les ressources de la physique non plus seulement à interroger la vie, mais à la servir en guérissant les hommes, apportant ainsi une contribution essentielle à cette physiothérapie qui vous doit de l'avoir dotée d'appareils nouveaux et plus encore peut-être d'avoir affirmé votre confiance en elle.

Ainsi introduit dans le vaste et nouveau domaine des applications de la physique et plus particulièrement de l'électricité, vous vous trouvez rejoindre des travaux entrepris antérieurement par vous sous l'inspiration de MARCEL DEPREZ sur les piles et les moteurs électriques, dans cette période héroïque de l'électrotechnique où se créait de toutes pièces une industrie nouvelle pleine de surprises merveilleuses ; période que nous avons évoquée ici même l'an dernier à propos du cinquantenaire de l'Exposition et du Congrès d'électricité de 1881. Vous avez vous-même vécu cette période d'une manière intense, si j'en juge par les nombreuses publications d'alors dans la « Lumière Electrique », que j'ai tenu à relire ces jours-ci et qui m'ont reporté à des souvenirs d'enfance dans le cadre pittoresque des gravures sur bois qui les illustrent. Dès cette époque, vous représentez en précurseur l'idée d'utiliser les forces natu-

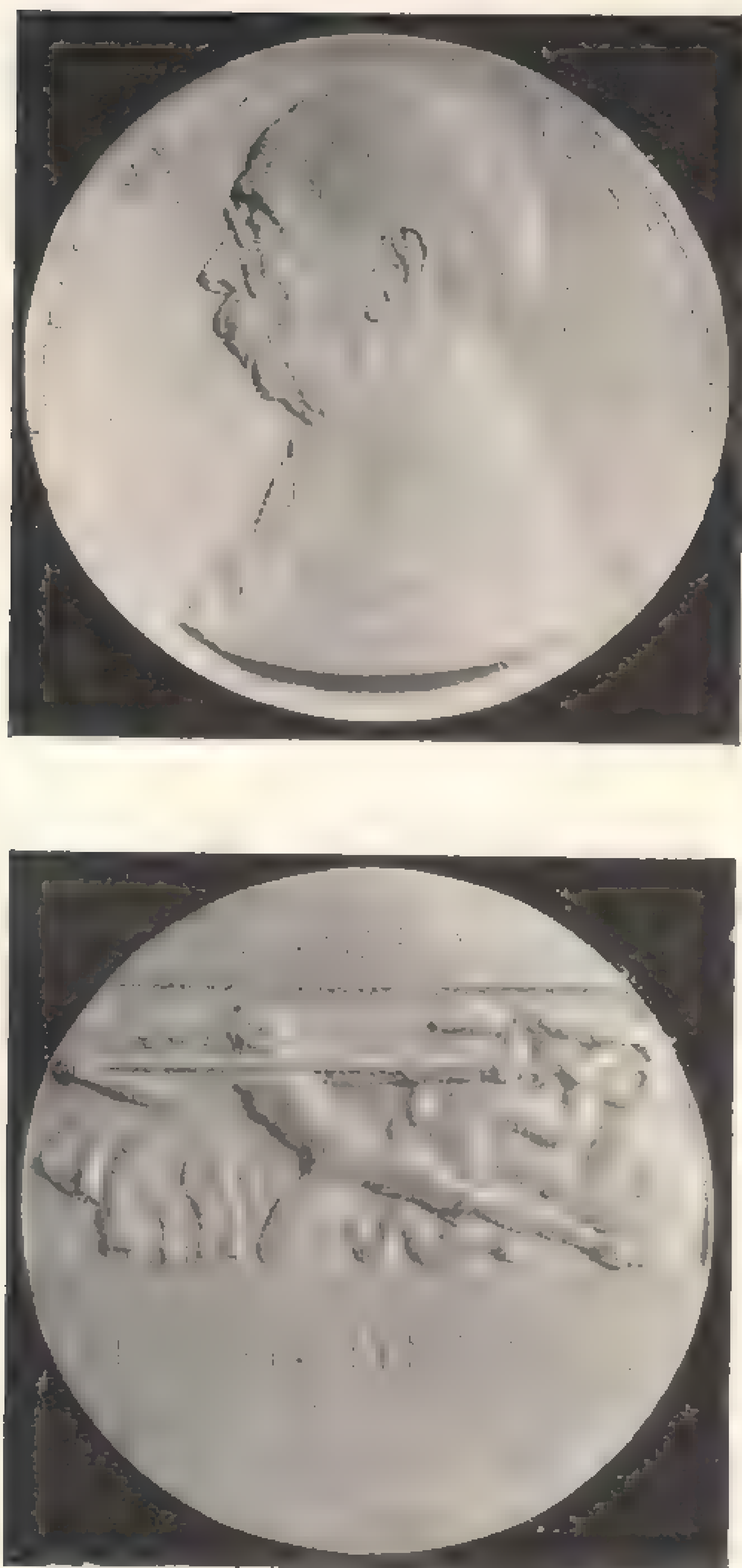


Fig. 146. — Avers et revers de la Médaille du Jubilé : œuvre du Maître Médailliste P.-M. DAMMANN ; éditeur, ARTHUS-BERTRAND. C'est le magnifique motif central du revers dont nous avons, avec l'autorisation de l'artiste, orné la couverture de ce livre, et c'est la légende : NOZOS HTTHOH ZETAI que nous avons traduite sur la première page de garde par : « Le Mal succombera ».

relles, chutes d'eau, ou énergie solaire par la différence de température entre la surface et le fond de l'Océan. Pour fournir la puissance électrique à l'Exposition de 1881, vous proposez de capter par une turbine ou une roue hydraulique les 2.000 chevaux que représente le barrage de la Monnaie. Vous figurez en qualité de préparateur au Collège de France parmi les membres du jury du Congrès, et la vitrine réservée au Collège dans l'Exposition devait renfermer, à côté des nombreux appareils électriques et thermoélectriques créés par vous au laboratoire de CLAUDE BERNARD, les modèles de microphones à charbon qui, construits avec la collaboration de PAUL BERT pour les besoins d'une recherche physiologique, étaient passés déjà dans l'application courante.

Symbolique également de l'unité de votre œuvre et de son évolution quasiment nécessaire est le fait que les appareils de haute fréquence construits par vous dans un but de science pure sont passés, guidés par vos propres mains, dans le domaine de la thérapeutique, puis dans celui de la radiotechnique. Et vingt ans après la première Exposition de l'Electricité, c'est à vous qu'on s'adresse pour faire éclater au fronton de l'Exposition de 1900 la puissante étincelle qui doit affirmer la définitive conquête de l'électricité par les hommes.

Dans le même sens, préparé à vous intéresser au progrès de l'industrie de l'air liquide par votre invention, au laboratoire et pour les besoins de la médecine, du vase de verre à double paroi vide, vous vous faites, non seulement le guide et l'appui de GEORGES CLAUDE dans ses créations techniques, mais encore l'ardent annonciateur des possibilités nouvelles.

Et je souligne ici le dernier élargissement de votre œuvre et le haut service que, grâce à vos admirables qualités d'enseignement, vous faites rendre par la Science à la vie, celui d'agrandir pour tous les hommes le domaine de l'esprit. Vous ne voulez pas que la Science devienne ésotérique et soit le privilège d'un petit nombre. Vous avez beaucoup fait par la parole et par la plume pour maintenir le contact nécessaire entre l'ensemble des hommes et l'avant-garde des privilégiés de la Science. Selon votre expression d'il y a cinquante ans :

« L'état rudimentaire des connaissances scientifiques générales crée un danger pour le public et pour le savant. Diffuser la science, la faire aimer en signalant ses conquêtes, répandre la sévère discipline intellectuelle qu'elle fait naître, tel doit être le rôle à la fois vulgarisateur et moralisateur de la presse scientifique telle que je la conçois. »

Participant, il y a quelques semaines, à Madrid, aux discussions du Comité des Lettres et des Arts, j'ai eu l'occasion de souligner les dangers que représentent pour l'avenir de notre espèce l'égoïsme d'une part et le conformisme d'autre part, d'où l'importance pour chacun de nous des devoirs complémentaires de solidarité et de personnalité. Parce que vous avez beaucoup donné après avoir beaucoup créé de

manière si originale et si nouvelle, vos élèves, vos admirateurs et vos amis sont réunis ici pour vous dire, mon cher Maître, que avez bien rempli les deux devoirs et bien mérité la reconnaissance des hommes.

Et voici maintenant le non moins éloquent discours du Docteur BELOT au nom des médecins électro-radiologistes, discours que nous devons aussi reproduire presque intégralement parce que, comme celui du Professeur LANGEVIN pour les Sciences Physiques, il est bien certes, pour les Sciences Médicales, la meilleure « revue générale » que nous puissions choisir au terme de ce volume. Nous le prendrons au moment où il aborde la vie scientifique de M. D'ARSONVAL.

DISCOURS DU DOCTEUR BELOT

Electro-Radiologiste des Hôpitaux de Paris

....

....

Celui qui cherche à connaître l'œuvre immense que vous avez accomplie est surpris d'en constater l'infinie variété : les problèmes abordés sont si différents que votre esprit inventif semble s'être fixé sur la physiologie, la médecine, l'hygiène, l'électricité, l'industrie, au gré de son caprice. Ce n'est qu'une apparence ; elle ne résiste pas à une plus fine analyse dont jaillit l'idée directrice de toute votre vie scientifique : *l'application de la physique aux phénomènes de la vie, ce qui peut s'exprimer, selon votre définition : l'étude des agents physiques dans leurs rapports avec les êtres.*

Pour vous, l'être vivant résume en lui toutes les lois les plus délicates de la physique, de la chimie et de la mécanique spéciale ; il puise l'énergie au dehors et la transforme en chaleur, en électricité, en lumière... mais il le fait par des moyens à lui. C'est à la découverte de ces lois, de ces moyens de transformation, que vous avez appliqué votre savoir de physicien, forgeant vous-même les instruments de votre expérimentation et apportant dans celle-ci une rigueur scientifique qui ne paraissait, avant vous, pouvoir s'adapter à ce genre de travaux.

Ainsi est née la physique biologique, dont est sortie une science nouvelle toute d'avenir, la thérapeutique par les moyens physiques : vous avez doté la médecine de notions nouvelles et de moyens puissants ; voyons les progrès qu'elle vous doit.

*
* *

Votre thèse de doctorat en médecine eut pour objet l'étude de l'élasticité pulmonaire. Vous y montrez que la rétractilité du poumon tient

à deux causes : aux fibres élastiques de l'organe et à la tonicité de ses fibres musculaires ; par cette élasticité, vous expliquez le mécanisme du vide pleural et de la circulation pulmonaire.

Frappé par l'influence néfaste de l'air confiné où respirent et vivent des êtres organisés, vous déclarez, en 1887, qu'un air pur a une grande puissance, non seulement pour empêcher, mais même pour guérir la phtisie pulmonaire. En même temps, vous réalisez un dispositif applicable à chaque lit, dans toute maison, qui permet de jeter au dehors l'air expiré...

De votre collaboration avec BROWN-SEQUARD est née la découverte des propriétés des liquides organiques, base de la thérapeutique par les sécrétions internes.

En 1891, vous disiez à la Société de Biologie : « La question s'est donc élargie et maintenant nous croyons que tous les tissus, glandulaires ou non, donnent quelque chose de spécial au sang, que tout acte de nutrition s'accompagne d'une sécrétion interne. Nous croyons en conséquence que tous les tissus pourront et devront être employés, dans des cas spéciaux, comme mode de traitement, *qu'il y a, en un mot, à créer une thérapeutique nouvelle*, dont les médicaments seront les produits fabriqués par les différents tissus de l'organisme, que toutes les cellules d'un organisme sont rendues ainsi solidaires les unes des autres par un mécanisme autre que le système nerveux. »

Cette thérapeutique a été créée et s'applique aujourd'hui à la plupart des malades, sous le nom, un peu compliqué, d'endocrinothérapie, méthode merveilleuse qui sauve chaque jour de nombreuses existences.

Les médecins ne savent pas assez le rôle que vous avez joué dans cette découverte ; BROWN-SEQUARD, avec autant de modestie que de loyauté, disait que « votre part était au moins égale à la sienne ».

Les fabricants de ces produits ne se souviennent peut-être pas que c'est vous qui avez trouvé le moyen de stériliser à froid les liquides organiques, rendant ainsi possible l'application de cette thérapeutique.

*
* *

Vos recherches sur la chaleur animale, dont GEORGES CLAUDE a parlé tout à l'heure au point de vue physique et instrumental, ont apporté à la médecine des notions extrêmement importantes. Les indications du thermomètre, si précieuses qu'elles soient, sont insuffisantes ; la plupart du temps, elles conduisent le médecin à des conclusions radicalement fausses, en ce qui concerne les variations dans la production de chaleur.

Le thermomètre nous renseigne sur la répartition de la chaleur dans l'organisme, mais seul, le calorimètre permet de mesurer les variations de la production de chaleur. Ainsi l'oiseau, dont la température est de plusieurs degrés plus élevée que celle de l'homme, produit à peu

près la même quantité de chaleur, mais son plumage lui permet de la mieux conserver. Et c'est ainsi que vous montrez l'influence du tégument et des corps dont on le recouvre (l'huile et le vernis en particulier) sur la conservation de la chaleur animale, et, d'autre part, le rôle de la digestion, du jeûne, des excitations cutanées et des anesthésiques, dans la variation de la chaleur. Vous constatez que dans la fièvre, malgré l'élévation considérable de la température centrale, la production de chaleur varie à peine, notion nouvelle qui venait à l'appui des idées de TRAUBE et de MAREY.

*
* *

Recherchant d'où surgissait cette chaleur que produit le fonctionnement des tissus, vous ne pouvez admettre qu'elle tire son origine des réactions chimiques qu'amènent dans le protoplasma les échanges nutritifs, ainsi qu'on le croyait avant vous. En étudiant le muscle strié avec les merveilleux instruments que vous créez successivement pour les besoins de l'expérience, vous démontrez qu'il dégage chaleur, lumière, électricité, aussi bien au repos qu'en action, mais la production d'électricité domine tous les phénomènes. Les réactions chimiques engendrent dans la cellule un courant électrique, par un mécanisme électrocapillaire que vous rattachez à la loi découverte par LIPPMANN. Et ce sont ces courants électriques, dont nous ne pouvons, à l'aide de nos électrodes, dériver qu'une intime partie, qui se transforment en chaleur.

Le muscle est un transformateur électrique de l'énergie chimique, plutôt qu'un transformateur thermique. La chaleur est un résidu de la contraction musculaire et non la source de cette contraction.

Voilà une révolution apportée dans le domaine des conceptions biologiques. Elle aurait dû ouvrir à la médecine des horizons nouveaux, mais son originalité provoque la discussion et le doute ; seuls quelques croyants y trouvent une lumineuse explication de l'effet des courants électriques sur les troubles organiques et un encouragement à la poursuite de leurs essais.

*
* *

L'étude de l'action de l'électricité sur les êtres vivants a été la suite naturelle des recherches précédentes. Comme tous les électro-physiologistes, vous avez commencé par l'excitation électrique des nerfs et des muscles, mais vous avez été frappé du manque presque absolu de précision et de mesure.

Pour y remédier, vous créez d'abord les électrodes impolarisables à l'argent et au chlorure d'argent ; puis, et surtout le galvanomètre à circuit mobile, merveilleuse invention ; enfin, plus tard, pour exprimer ces grandeurs, vous faites admettre le système C. G. S. en électrophysiologie.

Le premier, en 1881, vous avez utilisé la décharge des condensateurs parce que vous pouvez en connaître la capacité et le potentiel de décharge. Ce sont ces condensateurs qui ont servi à HOORWEG, un peu plus tard, pour découvrir sa loi d'excitation, et qui aujourd'hui sont d'un emploi courant en électro-physiologie.

Quand, à la même époque, vous avez voulu comparer les résultats des excitations provoquées par diverses sources électriques, alors utilisées en thérapeutique, vous vous êtes trouvé en présence des opinions les plus contradictoires : on attribuait les effets si différents de l'électricité statique, de l'électricité galvanique, de celle que fournissent les piles et de celles qu'engendrent les dynamos, à une énergie vraisemblablement différente.

Patience, dites-vous... il n'existe qu'une seule et même énergie, les effets différents tiennent à une autre cause.

Vous introduisez la notion de l'*onde électrique*, dont vous faites *la caractéristique de l'excitation*. Vous l'inscrivez graphiquement sur une machine que vous inventez et vous démontrez que, à une même courbe correspondent des résultats physiologiques et biologiques identiques, quelle que soit la source électrique.

Vos expériences vous conduisent à la loi suivante qui domine l'électro-physiologie et l'électrothérapie : « *L'intensité de la réaction motrice ou sensitive est proportionnelle à la « variation » du potentiel, au point excité* ».

Et la lumière remplace la confusion : les effets de l'électricité se différencient suivant que l'on applique l'état variable, ou l'état permanent du courant. Mais l'état variable peut revêtir de nombreuses modalités : un nouveau facteur intervient, *la fréquence* c'est-à-dire le nombre de variations dans le temps.

Pour la pratique médicale, vous êtes conduit à étudier, tout spécialement, les excitations produites par les courants alternatifs à variation sinusoïdale : vous faites de curieuses constatations.

L'onde sinusoïdale très étalée n'excite ni les nerfs, ni les muscles ; mais il suffit d'en changer la forme, pour que chaque onde produise une secousse musculaire.

Si l'on augmente le nombre des ondes, le nombre des secousses augmente et quand il atteint 20 à 30 par seconde, le muscle de l'homme est tétanisé ; puis, à mesure que s'élève le nombre d'ondes, la valeur de l'excitation croît ; mais elle a une limite : elle décroît à partir de 5.000 excitations, pour s'atténuer progressivement jusqu'à 10.000 oscillations par seconde, que vous ne pouvez dépasser pour l'instant.

Ces découvertes sur les effets de l'état variable constituent la base de l'électrothérapie du système neuro-musculaire. Elles dictent la forme de courant à utiliser selon la capacité de réponse des muscles malades, selon que l'on désire les soumettre à un travail actif ou modéré, ou au contraire, les tonifier sans leur imposer aucun effort.

Sortant du domaine musculaire, votre ami le Dr APOSTOLI applique vos courants sinusoïdaux aux affections gynécologiques. Vous constatez avec lui, car il ne vous déplaît pas de passer du laboratoire à la clinique, vous constatez, dis-je, la sédation très nette des douleurs et la résolution des phénomènes inflammatoires.

L'électrothérapie gynécologique est à sa naissance ; elle se développera bientôt grâce aux travaux de LAQUERRIÈRE et de DELHERM, les élèves d'APOSTOLI.

Mais vous êtes impatient de savoir ce qui va se passer quand vous pourrez aller au delà des 10.000 excitations que la mécanique vous a données comme limite... Un trait de génie vous fait utiliser le courant fourni par la décharge oscillante de l'appareil de HERTZ : le nombre d'oscillations que vous pouvez atteindre dépasse plusieurs billions par secondes...

Vous constatez, ainsi que vous l'aviez pressenti en 1888, qu'à ce régime toute excitation musculaire ou nerveuse, motrice ou sensitive disparaît. Vous en concluez, par analogie avec les phénomènes de perception auditive ou visuelle, que les nerfs sensitifs ou moteurs sont organisés pour répondre seulement à des vibrations de fréquence déterminée.

Vous remarquez, en même temps, que ces courants peuvent traverser l'organisme sans aucun dommage, sans provoquer de sensation consciente, avec des intensités qui seraient foudroyantes si on abaissait la fréquence : et vous le montrez par des expériences aussi démonstratives que stupéfiantes (avril 1891).

La thérapeutique par les courants de haute fréquence était née ; vous veniez de découvrir les faits fondamentaux qui allaient en permettre l'emploi.

Mais les générateurs dont vous disposez manquent de puissance et de sécurité... vous en faites d'autres... ce sont ceux dont nous nous sommes servis pour nos premières radiographies. Quand, dix ans plus tard, le capitaine FERRIÉ fit, à la Tour Eiffel, les premiers essais de télégraphie sans fil, ce sont vos appareils qu'il utilisa, ces appareils que vous aviez créés pour votre expérimentation et pour les besoins de la médecine...

De suite, vous recherchez les effets physiologiques des courants de haute fréquence ; de ceux que vous appliquez *directement* sur les tissus, puis des courants *induits* qui prennent naissance par auto-conduction chez un sujet plongé à l'intérieur d'un solénoïde et enfin de ceux qui oscillent d'une armature à l'autre, dans le *lit condensateur*.

Vous soumettant vous-même à l'expérience, vous analysez vos sensations et les modifications apportées à vos échanges. Les constatations que vous faites sont troublantes.

Appliqués sur la peau, en pluie de feu, ces courants la rendent momentanément insensible ; ils abaissent la pression artérielle, par action sur le système nerveux vaso-moteur ; ils augmentent tous les

échanges nutritifs, en excitant la vie cellulaire ; ils élèvent la température des tissus qu'ils traversent, à tel point qu'ils peuvent sectionner la patte d'un cobaye ; ils diminuent la virulence des bacilles et des venins, en dehors de toute action thermique, et déjà vous espérez que cette atténuation pourra être faite dans l'organisme malade.

Prévoyant, dès maintenant, la puissance de ce nouvel agent thérapeutique, vous présentez à l'Académie de Médecine, qui vous a accueilli depuis peu, les résultats de vos recherches. Ils sont si surprenants, que le Secrétaire de l'Académie n'accepte de publier votre mémoire que sur votre insistance, et encore, ajoute-t-il d'un air navré : « Tant pis pour vous si vous vous êtes trompé, mais ne recommencez plus. »

Et vous n'avez jamais recommencé... à l'Académie de Médecine.

Cependant BOUCHARD, un grand médecin, déclarait que vous veniez d'ouvrir une voie entièrement nouvelle à la thérapeutique, pendant qu'APOSTOLI, OUDIN, et quelques autres (oh, ceux-là n'étaient pas des officiels) essaient, sous votre direction, cette nouvelle méthode.

Le Professeur BENEDIKT, un Viennois, a lu vos publications qui ont précédé, de plusieurs mois, celles de TESLA ; il vient auprès de vous et c'est lui qui, en 1899, donnera, à toutes les applications de haute fréquence, le nom de *Darsonvalisation* que fera ensuite adopter chez nous le Professeur BERGONIÉ.

L'injustice des uns était ainsi effacée par l'admiration des autres...

Les faits se sont chargés de prouver l'importance de votre géniale découverte.

La médecine, la chirurgie, toutes les spécialités médicales utilisent aujourd'hui les courants de haute fréquence. Qu'il s'agisse des maladies de la nutrition, de celles des systèmes nerveux et musculaire, des troubles congestifs ou douloureux des articulations, des spasmes cardiaques, vésiculaires, intestinaux ou musculaires... toutes ces affections sont redevables à la haute fréquence d'améliorations rapides et de guérisons inespérées.

La dermatologie, grâce aux travaux de BROCQ et de ses élèves, trouve dans l'effluvation et l'étincelage — deux formes de la haute fréquence trop oubliées aujourd'hui — une merveilleuse méthode de traitement du lupus erythémateux et de toute une série de troubles congestifs de la peau.

La gynécologie demande à la diathermie un effet sédatif et décongestionnant sur le corps utérin ; l'urologie y puise un actif traitement de la blennorragie et en fait la méthode de choix pour la destruction des tumeurs bénignes de la vessie.

L'oto-rhino-laryngologie l'emploie largement, pour décongestionner les sinus, le labyrinthe, les muqueuses et enlever la plupart des productions anormales poussées sur le territoire qu'elle explore. La stomatologie la considère comme le meilleur remède de la pyorrhée alvéolaire, des gingivites et de l'hyperesthésie des collets.

La chirurgie, surtout depuis les travaux de BORDIER, un de vos

élèves, remplace le couteau par une aiguille armée de haute fréquence qui tranche sans faire saigner ; c'est le bistouri électrique. Avec l'électrocoagulation, une autre forme de haute fréquence, elle détruit les tumeurs bénignes et enfin attaque le cancer. Certes, la méthode est loin de toujours guérir, mais elle apporte des possibilités nouvelles au traitement de cette terrible affection.

Elle n'a pas dit son dernier mot, votre haute fréquence ; déjà les ondes courtes mettent à notre disposition un moyen puissant de provoquer, chez l'homme, une fièvre artificielle appliquée avec succès au traitement de la paralysie générale.

Etudiant les applications de l'électricité aux êtres vivants, vous avez été naturellement conduit à en observer les méfaits, je veux dire : les accidents et, en particulier, l'électrocution.

Vous avez montré que les courants tuent de deux manières : par action directe qui désorganise les tissus et plus fréquemment par action réflexe ou indirecte, en agissant sur les centres nerveux. Tandis que dans le premier cas, la mort est définitive, elle n'est souvent qu'apparente dans le second et c'est vous qui le premier apportez le remède : *la respiration artificielle*. Que d'existences votre découverte a sauvées, et à ce seul titre, vous auriez droit à la reconnaissance de l'humanité...

N'avais-je pas bien raison de dire que cette remarquable « chevauchée » à travers l'œuvre de M. D'ARSONVAL que fut le discours du Dr BELOT, se trouve être la « revue complète » la plus parfaite qu'il m'ait été possible de rencontrer pour résumer tout ce livre ? Et maintenant, voici la dernière partie de ce discours qui achève de caractériser notre héros par son côté moral :

C'est pour moi, mon cher Maître, et pour tous les électroradiologistes que je représente ici, un bien doux devoir de vous remercier de tout ce que vous avez fait pour nous. C'est une joie sans égale de pouvoir proclamer ici la valeur de ces courants électriques que vous nous avez donnés, arme puissante dont nous essayons les uns et les autres de nous servir le moins mal possible pour guérir ceux qui souffrent.

Je suis certain qu'au fond de votre cœur, malgré la sereine philosophie qui vous caractérise, et que reflète à tout instant le sourire esquissé sur vos lèvres, vous vous réjouissez que vos découvertes aient pu *contribuer à soulager et à guérir les hommes, car vous êtes profondément bon.*

C'est votre bonté, c'est votre égalité d'humeur, c'est votre accueil toujours bienveillant qui vous ont fait tant aimer de tous ceux qui ont eu la grande chance de vous approcher.

Et ce n'est pas le moindre mérite d'un savant de votre race d'avoir su conserver les qualités du cœur égales à celles de l'esprit.

Une véritable ovation salua la péroraison de ce beau discours.

Après qu'eurent inlassablement défilé devant lui les délégués des plus importantes Sociétés Savantes Françaises et Étrangères et de nombreux groupements privés — délégués porteurs « d'adresses » — voici la réponse du glorieux jubilaire par laquelle se clôtura cette fête magnifique :

DISCOURS DE M. LE PROFESSEUR D'ARSONVAL

MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,
MONSIEUR LE MINISTRE,
MESDAMES, MESSIEURS,

Les témoignages de sympathie si flatteurs et si variés dont vous m'honorez me remplissent tout à la fois de fierté et de confusion. Soyez-en tout d'abord remerciés.

Mes trop généreux panégyristes viennent de vous dire à *quoi* ils attribuent les mérites qu'ils me prêtent, mais ils se sont abstenus de vous signaler *à qui* je les dois.

C'est pour pouvoir le proclamer solennellement moi-même que j'ai cédé aux instances des amis qu'a groupés la Renaissance Française pour cette manifestation.

Mes titres à votre bienveillance, Messieurs, je les dois à un homme et à un milieu :

Cet homme c'est CLAUDE BERNARD.

Ce milieu c'est le « Collège de France » dont il m'ouvrit les portes voilà 60 ans.

La tradition familiale me vouait aux études médicales que j'entrepris à regret, je le confesse. J'avais bien tort, puisque c'est à elles que je dois la chance d'avoir rencontré CLAUDE BERNARD.

Le 6 décembre 1873 j'assistai à une de ses leçons. Ce fut une révélation. A sa voix, la médecine expérimentale, telle qu'il la comprenait, m'apparut soudain comme la plus passionnante des sciences. L'éclair de son génie avait déchiré le voile qui couvrait mes yeux. Six mois plus tard, il me prenait comme préparateur, titre dont le prestige pour moi ne fut jamais dépassé.

Auprès de lui le temps fuyait trop vite à mon gré, mais il fallut songer au doctorat et à la pratique de la médecine. Sur mes aptitudes, mon père consulta le maître qui lui conseilla de me laisser poursuivre la carrière scientifique.

C'est ainsi que, grâce à CLAUDE BERNARD, j'échappai définitivement au danger que je redoutais, danger que je jugeais plus grand encore pour la clientèle paternelle.

Mon exemple vous prouve, Monsieur le Ministre, quel rôle imprévisible joue parfois le destin dans l'orientation professionnelle.

Ce qui me surprit le plus agréablement chez CLAUDE BERNARD, ce fut sa paternelle bonté pour les débutants et le soin qu'il prenait, tout en les conseillant, de respecter leur originalité.

Comme j'allais lui soumettre un projet de travail, il m'arrêta et me dit : « Vous avez choisi un sujet ? Bien. Ne m'en parlez pas. Faites vos expériences et surtout pas de bibliographie préalable ; restez vous-même.

» Peut-être trouverez-vous des faits déjà connus ; tant mieux, ça prouve que vous êtes bon observateur.

» Peut-être en trouverez-vous qui bousculeront vos idées ; en ce cas, ne soyez pas esclave de ces dernières, changez-en, mais respectez les faits. »

Et cette discipline, il se l'appliquait à lui-même devant ses élèves.

A ce propos, je ne peux résister au plaisir de vous citer quelques phrases inédites de son journal intime. « Il faut absolument, y est-il dit, avoir une idée préconçue quand on fait des expériences, sans quoi on marche à tâtons. Mais il faut *vérifier* par l'expérience son idée préconçue et non vouloir la *prouver* contrairement à ce qu'on fait généralement.

» Voyez cet expérimentateur agité et troublé ; il se promène à grands pas ; il passe des nuits d'insomnie dans la crainte que son expérience ne réussisse pas. Si elle réussit, il saute de joie, il est fou ; si elle ne réussit pas, il est au désespoir ou il fausse les résultats. Je ne blâme pas les gens qui sont ainsi parce que j'ai été comme eux. J'ai travaillé deux ans pour répéter des expériences croyant qu'elles devaient réussir comme je les concevais, mais j'ai été si souvent trompé qu'aujourd'hui je n'en suis pas venu comme MAGENDIE à me passer d'idées préconçues, mais j'en ai de rechange deux ou trois et toujours les opposées, de sorte que je suis tranquille et désintéressé.

» Et puis au fond de tout cela, j'ai vu que ceux qui tiennent tant à vérifier leurs idées, c'est de l'orgueil tout simplement. On tient à ses idées par égoïsme, par admiration de soi.

» Il y en a qui font croire que les idées des choses qu'ils ont trouvées par hasard leur sont sorties de l'esprit, par la puissance du génie. On tient plus aux systèmes qu'aux faits. Et cependant, les systèmes sont généralement faux.

» En physiologie surtout, on peut dire ce que FARADAY dit en physique : « *L'absurde n'est pas impossible.* »

Le laboratoire de CLAUDE BERNARD était le rendez-vous, non seulement de ses collègues du Collège : J. BERTRAND, BERTHELOT, RENAN, BALBIANI, MAREY, etc., mais nombre d'autres y venaient du dehors : représentants illustres de la Science et de presque toutes les branches du savoir humain. Chacun y apportait ou venait y rechercher les nouveautés du jour.

Des discussions sur les sujets les plus variés s'y engageaient, graves

ou plaisantes, dont j'étais le témoin muet, mais non pas sourd, ni aveugle. L'immense prestige dont jouissait CLAUDE BERNARD, son caractère noble et désintéressé, son jugement exempt de toute passion le faisaient choisir tacitement par tous comme arbitre de leurs controverses.

C'est ainsi que je surprenais la science à l'état naissant, exempte de tout dogmatisme stérilisant. Je me disais : Comme le Collège de France justifie pleinement sa devise : « Docet Omnia », et combien j'aurais de peine à quitter ce milieu. Ma curiosité naturelle en fut surexcitée au point que les années n'ont pu l'affaiblir et encore moins la satisfaire.

De certaines de ces discussions, j'ai pu tirer des conclusions qui m'ont servi de règle de conduite. Et voici, entre mille, quelques exemples qui montrent premièrement combien les cerveaux, même les plus puissants, ont de peine à accepter les idées nouvelles.

PASTEUR vient un matin faire une prise de sang sur un animal que j'avais préparé. Il procède avec CHAMBERLAND à la stérilisation suivant les rites quasi religieux qui nous sont aujourd'hui familiers. Nous regardions très intéressés quand j'entends derrière moi BERTHELOT murmurer à l'oreille de RENAN : « Et avec ça, RENAN, vous ne pourriez pas leur donner une bonne formule d'exorcisme ? »

Un autre jour, des chimistes éminents déniaient aux physiologistes le droit de s'occuper des phénomènes chimiques dont l'être vivant est le siège.

« Nous avons, dit l'un d'eux, une méthode excellente pour établir le bilan nutritif. Il nous suffit d'analyser les ingesta et les excreta.

— Alors, répond CLAUDE BERNARD, vous pouvez dire ce que fait chez elle une ménagère, mon cher BOUSSINGAULT, en analysant le contenu de son panier à provision et de sa boîte à ordure ? » Et se tournant vers BERTHELOT : « Quant à vous, cher ami, vos formules m'ont fait perdre deux ans à chercher d'où provenait le sucre que je trouvais dans le foie.

» Il a fallu que ce soit moi, ignorant la chimie, qui découvre et isole la matière glycogène. C'était votre rôle et non le mien. »

JOSEPH BERTRAND nous surprend un jour en train d'étudier la circulation dans les capillaires : « Mais c'est chose mathématiquement connue, dit-il à BERNARD, depuis les lois de POISEUILLE. »

— Je ne les ignore pas, cher ami, mais les tubes de POISEUILLE n'ont pas de nerfs vaso-moteurs. Et puis, il me faut l'intégrale et l'animal me la donne mieux que vous ne pourriez le faire, car il n'oublie aucun facteur. » Ces discussions me montrèrent combien les cloisons étanches de la spécialisation sont peu favorables au développement des idées générales et de la biologie en particulier.

Après CLAUDE BERNARD, MAREY et BROWN-SÉQUARD furent mes éducateurs. C'est pourquoi j'unis dans un même sentiment de gratitude ces trois grandes illustrations du Collège de France où je compte tant de

solides amitiés, dont notre cher Administrateur et LANGEVIN viennent de se faire l'écho.

Des temps heureux où nous étions préparateurs, je retrouve encore à l'Académie des Sciences quelques chers camarades : MARCEL BRILLOUIN, ALFRED LACROIX, MATIGNON, CHARLES RICHET, EMILE ROUX ; mais combien de disparus : DANIEL BERTHELOT, DASTRE, HENNEGUY, MICHEL LEVY.

D'autres milieux encore ont facilité mon évolution, notamment les diverses sociétés scientifiques qui témoignent aujourd'hui leurs sympathies actives à leur ancien président en ma personne; mes élèves qui, par la voix de BELOT, après BERGONIÉ, se disent mes obligés alors que ce sont eux qui m'ont fait connaître du corps médical et hospitalier.

Enfin, je dois une mention spéciale à mes amis les électriciens, les constructeurs et les industriels. Si je les ai dotés de quelques instruments nouveaux, c'est d'eux en revanche que j'ai appris à passer du laboratoire à l'usine.

Deux d'entre eux surtout me sont particulièrement chers, parce que, pendant de longues années, j'ai partagé leurs luttes contre la matière et contre les hommes. Le premier appartient au passé ; c'est mon collaborateur MARCEL DEPREZ, au génie duquel on n'a pas rendu toute la justice qu'il mérite. Le second est heureusement en pleine activité, il réunit en lui merveilleusement le don de l'invention et celui de la réalisation. Son nom ? Il est sur vos lèvres et si je ne le prononçais pas, il serait ici le seul à l'ignorer. N'est-ce pas, mon cher CLAUDE ? Vous, la plus belle de mes découvertes...

Il est un dernier milieu indispensable au chercheur pour donner toute sa mesure : C'est le foyer familial où il doit trouver le calme, l'affection, la consolation.

Nul mieux que moi ne connaît heureusement, par expérience, quel trésor d'abnégation possède la femme du savant.

Je bénis, Messieurs, cette manifestation doublement, puisqu'elle m'aura permis de dire merci à tous ceux qui m'ont aidé et dont je reste le débiteur reconnaissant, mais insolvable.

*
* *

Et maintenant que voici l'illustre savant revenu dans le cadre de sa vie Nogentaise, nous ne pouvons qu'inviter le lecteur à l'y aller retrouver tel que nous avons tenté de l'évoquer dans le chapitre liminaire de ce livre, avec ses allées et venues fréquentes aux Académies, Sociétés Savantes, Sociétés Industrielles, etc..., et avec aussi les allées et venues des vieux et jeunes amis qui le vont visiter, heureux et charmés de retrouver toujours le causeur le plus accueillant, le mieux renseigné, et aussi le plus curieux de tout ce qui se dit et se fait.

Mais, en dehors de ces amicales collaborations et de ces intimités, il ne se prête plus volontiers aux sollicitations, qui lui arrivent pourtant nombreuses, de manifestations publiques où sa personne serait mise à l'honneur. Et lorsqu'en 1934 le Groupe d'Études Limousines — pourtant si cher à son cœur, puisqu'il en avait été, avec son cousin EDMOND PERRIER et avec le général BRUGÈRE, l'un des fondateurs, — eut l'heureuse idée, déjà rapportée, de faire

Fig. 147. — Buste du Professeur D'ARSONVAL, œuvre du sculpteur YOURIEVITCH (offert au Collège de France par la Société des Limousins de Paris).

don au Collège de France, au cours d'une remise solennelle, d'un magnifique buste du Maître, œuvre du sculpteur YOURIEVITCH, pour y éterniser la mémoire de l'illustre Limousin, celui-ci eut l'extrême discrétion de vouloir être absent de cette cérémonie qui, tout en le touchant profondément, effarouchait sa modestie. Et c'est alors qu'il s'y fit représenter par ce beau discours que nous avons reproduit dans le premier chapitre de ce livre (pages 40 à 42), discours qu'on pourrait appeler « l'hymne au pays natal ».

Nous profiterons de cette commémoration « vivante » à la-

Fig. 148. — Portrait-charge de M. d'Arsonval.

quelle se déroba M. D'ARSONVAL pour en rapprocher ce qui, a-t-on dit, est la suprême consécration d'un homme illustre... son portrait-charge (fig. 148). On y verra, sous le crayon du Maître H. FRANTZ, notre héros, en tenue de l'Institut, apparaître — tel Jupiter lui-même — tenant dans sa main gauche les foudres de l'électricité, cependant que la main droite en « influence » la jambe d'un pauvre diable de paralytique, laquelle retrouve, à cet appel, toute sa vitalité. Les attributs d'Hippocrate — le serpent docilement enroulé sur un bâton — disposés à côté expriment comment les « instruments » redoutables de la nature, tels que la foudre et autres puissances, sont disciplinés par l'homme de génie au service de la pauvre humanité.

Si M. D'ARSONVAL sait si bien se dérober à toute « louange » de lui-même à laquelle il peut échapper, il en est tout autrement quand une autre personne que la sienne, et à qui il a attachement et obligation, doit être portée à l'honneur. Il est alors le premier venu à l'hommage et c'est ainsi qu'on le vit, comme nous l'avons déjà dit, dompter une déficience momentanée de santé pour accourir, à la sollicitation du Professeur CARNOT et du Docteur GODLEWSKI, à cette mémorable fête de janvier 1935, au Collège de France encore, où fut, lors d'une Assemblée Générale de la Médecine Française, inauguré le Reliquaire de CLAUDE BERNARD. Et l'illustre élève, versant à ce Reliquaire tous les souvenirs matériels qu'il avait hérités du Maître, eut la joie de redire devant une assistance d'élite suspendue à ses lèvres, les souvenirs intellectuels qu'il en a aussi pieusement conservés. Nous avons dans le cours du chapitre II (au récit de sa première rencontre avec le Maître), et puis, dans le chapitre III (à l'occasion de la Vie du Laboratoire), fait d'assez nombreux emprunts à cette allocution pour n'avoir pas à y revenir ici. Nous nous contenterons donc d'en conserver la mémoire par la reproduction ci-contre de la photographie alors parue dans la *Médecine Générale Française* (fig. 149).

Nous rappellerons aussi que, déjà en 1913 — comme nous y avons fait allusion en relatant son petit différend avec BROWN-SEQUARD, raconté au chapitre IV par M. D'ARSONVAL lui-même — que donc en 1913, à l'occasion du Centenaire de la naissance de CLAUDE BERNARD, célébré au Collège de France, devant le Président de la République : RAYMOND POINCARÉ, c'est M. D'ARSONVAL qui avait clos la série des discours alors réunis par le journal *Le Matin* dans une élégante plaquette où

Photographie Keystone.

Fig. 149. — Dans son ancien laboratoire du Collège de France, qui fut celui de CLAUDE BERNARD, le Professeur D'ARSONVAL donne lecture des manuscrits inédits destinés au reliquaire. Face au Professeur D'ARSONVAL, le Professeur CARNOT, ayant lui-même en vis-à-vis le Docteur GODLEWSKI. (Hommage de l'Assemblée Française de Médecine Générale à CLAUDE BERNARD, le 6 janvier 1935.)

nous relevons ceci : « Des discours furent prononcés par MM. MAURICE CROISET, membre de l'Institut, administrateur du Collège de France ; RENÉ VIVIANI, ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts ; DASTRE, membre de l'Institut, professeur de physiologie à la Sorbonne ; HENNEGUY, membre de l'Institut, professeur d'embryogénie comparée au Collège de France ; HENRI BERGSON, membre de l'Institut, professeur de philosophie moderne au Collège de France, et M. D'ARSONVAL, membre de l'Institut, professeur de médecine au Collège de France. »

Et puisque nous en sommes à la série des hommages si souvent rendus par M. D'ARSONVAL à des mémoires illustres, en qualité de délégué des Compagnies dont il est membre, nous ne pouvons passer sous silence celui qu'en 1926, aux cérémonies du Centenaire de la mort de LAËNNEC, il fut chargé de prononcer au nom du Collège de France :

« Le Collège de France est ce soir à l'honneur car Laënnec, qui lui appartint, en incarne merveilleusement *l'esprit d'avant-garde*. Parmi les savants qui, depuis près de quatre cents ans, ont professé la médecine dans la célèbre fondation de François I[er], la figure de LAËNNEC se détache de façon lumineuse.

Le grand Breton posséda, en effet, deux qualités rarement réunies, il fut à la fois un *novateur* et un incomparable *réalisateur*...

Le Collège de France réclame de préférence, comme sien, le novateur, l'intuitif génial qui inventa le stéthoscope et, par là, ouvrit la voie si féconde de l'exploration instrumentale en médecine...

L'invention de cet appareil, stimulant de toutes ses recherches, nous est exposée par lui-même. Ne pouvant saisir facilement les bruits du cœur chez une de ses malades, il nous dit : « J'en vins à me rappeler un phénomène d'acoustique : à l'extrémité d'une poutre on entend très distinctement un coup d'épingle donné à l'autre bout. J'imaginai que l'on pouvait peut-être tirer parti, dans le cas dont il s'agissait, de cette propriété des corps. Je pris un cahier de papier, j'en formai un rouleau fortement serré dont j'appliquai une extrémité sur la région précordiale et, posant l'oreille à l'autre bout, je fus aussi surpris que satisfait d'entendre les battements du cœur d'une manière beaucoup plus distincte que je ne l'avais jamais fait par l'application immédiate de l'oreille. »

Le stéthoscope était inventé. LAËNNEC ne cessera dès lors de le perfectionner et de l'employer de façon exclusive. Il s'étendra longuement sur les causes d'infériorité et d'erreurs de l'auscultation directe, telles que : absence de localisation des bruits tant à l'émission qu'à la réception ; application impossible de l'oreille dans certaines ré-

gions du corps, soit par suite de leur conformation, soit à cause de leur nature pour ménager la pudeur du malade ; bruits étrangers provoqués par le frottement des vêtements ou de l'oreille ; diminution de l'acuité auditive résultant d'une position incommode, etc. C'est une critique en règle de l'auscultation « immédiate » révélant chez LAËNNEC un sens aigu des phénomènes et que tout physicien signerait encore de nos jours.

Cette foi ardente de LAËNNEC en un instrument si simple est révoquée en doute, malgré ses écrits, par des médecins de notre époque trop gâtés, sans doute, par nos physiciens modernes. J'ai la bonne fortune de pouvoir en apporter la preuve par le récit d'un auditeur de LAËNNEC. Durant plusieurs années, tant à l'hôpital qu'au Collège de France, LAËNNEC eut un élève assidu dans la personne de mon père. C'est à son témoignage, non suspect, que je fais appel. Dans son enseignement, LAËNNEC insistait toujours sur l'importance du stéthoscope dont il ne se séparait jamais. Sa conviction était si communicative, il l'appuyait sur des arguments si persuasifs, avec une telle ardeur d'apôtre qu'aucun doute ne persistait chez l'auditeur le plus prévenu. Ses leçons du Collège de France, ou plutôt ses démonstrations, étaient suivies par de nombreux médecins étrangers. Là, point d'éloquence creuse, pas d'exposé de systèmes, mais des faits nets et précis que chacun pouvait contrôler et dont un raisonnement scientifique impeccable tirait toutes les conséquences.

Aujourd'hui, en me remémorant les souvenirs paternels, je me dis qu'à cinquante ans de distance, et dans le même lieu, j'ai entendu les mêmes accents par la grande voix de notre CLAUDE BERNARD...

Et pourtant, aujourd'hui, le stéthoscope, presque abandonné, ne sert plus qu'à localiser certains bruits. LAËNNEC a-t-il donc surestimé son instrument et faut-il voir en ce dernier son violon d'Ingres, comme on l'a écrit ? Ce n'est pas mon avis. Le stéthoscope n'eût-il fait que susciter les immortelles recherches du grand clinicien que nous devrions le vénérer à *l'égal d'un fétiche*.

Mais il y a plus ; ce petit cylindre en bois est un symbole : il marque la date d'une véritable révolution dans l'art de dépister le trouble des organes. Avant LAËNNEC, le diagnostic se faisait exclusivement *à l'estime* par les seuls organes des sens : l'œil, l'oreille, les doigts.

Ces renseignements purement sensoriels étaient affectés par ce que les astronomes appellent l'*équation personnelle* de l'observateur, variable avec sa sensibilité et son jugement du moment.

Le petit cylindre en bois, en venant au secours de l'oreille, a révélé la voie à suivre. A la sensation tactile pour apprécier la fièvre, il a permis d'adjoindre la précision constante du thermomètre ; au palper du pouls, le tracé impersonnel du sphygmographe et de l'électro-cardiographe ; aux caractères organoleptiques des humeurs, l'analyse physico-chimique ; à la vision impuissante, les rayons X ; au mystère du

fonctionnement nerveux, l'électro-diagnostic et la chronaxie ; au subjectif, l'objectif ; au qualificatif, le quantitatif, car, comme l'a dit si justement lord KELVIN : il n'y a « science » que là où il y a « mesure ».

Cette adjonction d'un instrument spécial à chacun de nos sens en centuple parfois la sensibilité. Mais il est bien évident que quelque perfectionné qu'il soit, il ne supprimera jamais la valeur individuelle, pas plus chez le clinicien que chez le savant.

En résumé : avant LAËNNEC, le diagnostic était un *art* ; sous son impulsion géniale, il s'est doublé d'une *science*. »

Il n'était pas inutile de rappeler ces paroles qui, en somme, symbolisent si bien l'œuvre même de celui qui les prononçait et qui, comme nous l'avons tant de fois fait remarquer au cours de cet ouvrage, a discipliné maints faits de la physique, et notamment : l'électricité appliquée à la Biologie, à ces lois de contrôle par la mesure. En aucune recherche son jugement, pourtant si sûr, ne s'est jamais trouvé satisfait que lorsque un instrument *sans équation personnelle* est venu lui apporter une « garantie enregistrée » de l'exactitude de ses interprétations.

En dernier témoignage de l'empressement toujours « juvénile » de M. D'ARSONVAL à venir appuyer des idées nouvelles — même si elles semblent « osées » — lorsqu'elles lui paraissent, à lui, contenir un ferment de vérité, l'auteur ne saurait passer sous silence la preuve qui lui en fut donnée à lui-même lorsqu'appelé à développer, devant le corps enseignant d'un grand Hôpital Parisien, son « schéma nouveau de la Circulation du Sang », rompant avec un enseignement demeuré classique depuis 300 ans (1), il eut la rayonnante surprise de voir, le premier arrivé — malgré ses 85 ans — pour présider cette conférence, le Maître éminent qui, tant de fois dans le passé, l'avait soutenu de ses puissants encouragements.

Et c'est par une dernière photographie de cette réunion qu'il veut achever l'illustration de ce livre, puisqu'encore M. D'ARSONVAL s'y trouve encadré de ses collègues : le Professeur PORTIER et le Professeur LAUBRY et aussi de l'éminent radiologiste de l'Hôpital Laënnec : le Docteur MAINGOT. On lui permettra d'y joindre l'étonnante « improvisation » (et nous soulignons : *improvisation*) à laquelle M. D'ARSONVAL, sous la pression des assistants, consentit, à la fin de cette conférence, à s'abandonner, donnant

(1) Dr L. CHAUVOIS. — Circulation du Sang, Schéma nouveau. (*Prix Mège de l'Académie des Sciences* et *Prix Boureeret de l'Académie de Médecine*.) Préface du Professeur CH. LAUBRY. (Baillière, éditeur.)

Fig. 150. — Après une conférence à l'hôpital LAËNNEC (16 juin 1934) Au premier rang et au centre : M. le Professeur D'ARSONVAL. A sa droite : M. le Docteur LAUBRY, ayant lui-même à sa droite le conférencier, Docteur CHAUVOIS. A la gauche du Professeur D'ARSONVAL, M. le Docteur MAINGOT (en blouse blanche), et à sa gauche : M. le Professeur PORTIER. On reconnaît dans l'assistance : MM. les Docteurs BÉRILLON, DUJARRIC DE LA RIVIÈRE, DE CHAISE-MARTIN, JOUVEAU-DUBREUILH, DUCLOS, PORTRET, etc., et MM. les internes et externes des différents services.

ce jour-là, aux jeunes à qui il s'adressait, une admirable leçon de méthode scientifique.

– Ayant bien voulu parler de la « curiosité exigeante qui ne se contente pas des dogmes scientifiques reçus sans les soumettre au crible d'une réflexion et d'une « digestion » personnelles, où la logique, le bon sens et la clarté réclament impérieusement leurs droits », il ajouta :

« Or, cette originalité, cette personnalité de pensée sont la condition même du progrès dans les Sciences – aussi bien les physiques que les physiologiques et les médicales. L'évanouissement d'hypothèses passées, comme on vient de nous en donner un si remarquable exemple pour la Circulation du Sang, doit donc nous rendre circonspects, « critiques », devant tous les enseignements — mais non sceptiques et découragés et avec bien plutôt le désir de les rendre toujours plus adéquats aux faits nouveaux découverts.

L'étudiant qui ouvre un Traité de Physiologie croit volontiers que tout y est résolu et définitif, comme l'instituteur qui sort de l'Ecole Normale, pourvu de son diplôme et de ses manuels, s'imagine facilement qu'il n'a plus rien à apprendre pour lui-même et seulement à enseigner aux autres des vérités absolues. Quelle grave erreur et combien préjudiciable aux progrès mêmes de la Science !

Voulez-vous d'autres exemples de ce doute fécond qui doit animer le chercheur ? On a cru bien longtemps qu'avec l'atome d'hydrogène on avait atteint le bout du monde de la division de la matière et que tout était désormais dit de ce qui pouvait être connu sur le principe des choses. Or, d'autres esprits douteurs et inquisiteurs sont venus qui ont décomposé l'hydrogène en ses constituants électriques et il en est sorti toutes les fécondes applications scientifiques et pratiques que vous connaissez.

L'eau elle-même qu'on croyait, une fois distillée, représenter un type unique pesant son kilog au décimètre cube, vient d'être reconnue pouvoir, sous le nom d' « eau lourde », et avec un poids de 1 kilog 100, présenter de toutes autres propriétés, voire même des vertus toxiques.

Et l'air ? Et la respiration ? Un jour que je demandais à BERTHELOT : « Alors, vous les Chimistes, vous êtes donc définitivement sûrs de la composition de l'air ? » BERTHELOT me répondit qu'on y avait tout exploré, tout analysé, tout pesé et qu'il n'y restait plus rien à trouver. Et puis vint LEDUC, qui éveilla des soupçons en notant la densité différente de l'azote atmosphérique et de l'azote chimique. Et puis, lord RALEIGH, qui découvre dans l'air une proportion somme toute importante d'un gaz nouveau : l'Argon (puisque un pour cent). Et puis son préparateur RAMSAY, qui en trouve bien d'autres — en quantités très faibles, il est vrai, mais non physiologiquement sans importance :

Xénon, Crypton, Néon, etc..., tous ceux-là que mon cher élève et ami GEORGES CLAUDE produit maintenant en quantités industrielles.

Ne disons donc de rien en Science que c'est définitif ! Et c'est d'ailleurs là l'intérêt passionnant et inexprimable de la Science que d'offrir toujours — et je m'adresse à vous les jeunes — de grandes émotions à découvrir. Soyez donc enthousiastes, car il vous reste, je vous l'assure, du pain sur la planche ! »

Mais il y faut conjoindre, concluait-il, cette autre chose encore :

« Après les analyses et les méditations patientes, les « synthèses » hardies saisissant les rapports entre des sujets qui, apparemment, n'en ont pas et qui, pourtant, peuvent s'éclairer l'un par l'autre. Et ce sont en effet toujours ces audaces constructives, succédant à l'œuvre analytique et en rassemblant des différents bords les éléments épars, qui ont fait avancer la Science. » (1).

L'impression d'étonnante aisance et clarté dans l'esprit par quoi il « déconcerta » ce jour-là les assistants fut donnée par un des illustres auditeurs, concluant : « une page admirable ajoutée à l'Introduction à l'Etude de la Médecine Expérimentale ».

*
* *

Et maintenant nous laisserons M. D'ARSONVAL prendre la route de son centenaire. Mais pourquoi — ne manquerait-il pas de dire malicieusement, en reprenant le mot du pape LÉON XIII à ses Cardinaux qui venaient de lui exprimer le même vœu — mais pourquoi limiter à cent ans la bonté du Seigneur ? Dans tous les cas 1951 n'est plus maintenant très éloigné et il faut bien penser qu'il en fera lui-même les honneurs avec le même « humour » et la même jeunesse d'esprit dont a pu voir, d'un bout à l'autre de ce livre, se colorer toute manifestation de sa pensée. Mais alors se sera à un autre historien que reviendra le privilège de le raconter... en vertu de cette remarque faite à l'occasion de CLEMENCEAU par hasard souffrant et qui, dans le même temps, voyait mourir son archiâtre, le docteur FLORENT : que la Mort n'ayant pas prise sur le malade s'était dédommagée en emportant le médecin !

On se réjouira donc à bon droit en pensant que de longues années semblent encore réservées à cet homme — honneur de la

---

(1) Voir *Bulletin de l'Union Médicale Latine* (U. M. F. I. A.), décembre 1934.

France et de la Science — années qui viendront s'ajouter à un long passé pour illustrer, auprès des historiens de l'avenir, cette pensée de JOUBERT, nulle part mieux applicable qu'à cette vie : « *Pour dire du mal d'un homme illustre, il faut attendre qu'il en ait fait.* »

D'Arsonval mort à en 1940.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES FIGURES

CHAPITRE IV

CHAPITRE V

CHAPITRE VI

CHAPITRE VII

CHAPITRE VIII

CHAPITRE IX

CHAPITRE X

CHAPITRE XI

Ouvrages du Docteur Louis Chauvois

MÉDECINE

Les Régimes Hydrocarbonés chez les Diabétiques (Epuisé).

Les Dessanglés du Ventre (Maladies par relâchement des parois et viscères abdominaux). 2e édition 1929. 1 volume de 192 pages, 109 figures, 7 planches d'exercices (Maloine, éditeur) .... **20 fr.**

La Constipation, Danger social, 2e édition, 1 volume de 130 pages, 17 figures, 3 régimes (Maloine, éditeur, 1926) .... **12 fr.**

Circulation du Sang, Schéma nouveau (Prix Mège de l'Académie des Sciences et Prix Bourceret de l'Académie de Médecine). Préface du Professeur Ch. Laubry, Membre de l'Académie de Médecine, 1 volume de 175 pages et 24 figures (Baillière, éditeur, 1933) .... **25 fr.**

Pour comprendre nos Systèmes Nerveux (Préface du Professeur d'Arsonval, de l'Institut), 1 volume de 170 pages et 22 figures (Vigot, éditeur, 1934). **25 fr.**

ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL

La Machine Humaine Enseignée par la Machine Automobile, 1 volume de 180 pages et 28 figures (Doin, éditeur, 1926) .... **30 fr.**

Ce qu'il faut connaître de Soi pour se bien porter (Préface du Professeur Marchoux, de l'Institut Pasteur), 1 volume de 160 pages et 5 figures (Boivin, éditeur, 1932) .... **11 fr.**

Machine Humaine et Machine Automobile (Tableau mural en couleurs et avec notice, pour l'enseignement dans les Familles et les Écoles) (Nathan, éditeur, 1934) .... **8 fr. 80**

CINÉMA D'ENSEIGNEMENT

La Machine Humaine et la Machine Automobile (Leçon filmée du Docteur Chauvois, réalisée par Jean Benoit-Lévy), Paris, 1931.

La Circulation du Sang (par les mêmes), Paris, 1934.

La Naissance de la Haute Fréquence. Travaux initiaux du Professeur d'Arsonval, en 1890, refaits et commentés par lui en 1936, avec ses premiers appareils (en collaboration avec le Maître et J. Benoit-Lévy).

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE
9 JUILLET 1937 SUR LES
PRESSES DE GUILLEMOT ET
DE LAMOTHE, IMPRIMEURS
A PARIS ET A LIMOGES

ERRATA

	au lieu de :	Lire :
P. 21 (légende de la fig.)	Nogent-sur-*Seine*	Nogent-sur-*Marne*
P. 29 (ligne 14)	sur *ses* images	sur *ces* images
P. 32 (ligne 30)	envergue	envergure
P. 49 (ligne 16)	page 33	page 35
P. 61 (lignes 25-27)	DE LA SALLES	DE SAL
P. 65 (ligne 10)	page...	page 102
P. 72 (ligne 13)	... *suprême espoir*	... *espoir suprême*
P. 73 (ligne 33)	Supprimer : *par*	
P. 74 (ligne 23)	se départissant	se départant
P. 98 (ligne 38)	CHARLES GROS	CHARLES CROS
P. 102 (lignes 16-28)	BAYER	BEHIER
P. 105 (note 1)	page 49	page 65
P. 127 (ligne 26)	supprimer : (5)	
P. 138 (note 2)	MATTEUCI	MATTEUCCI
P. 140 et 141	idem	idem
P. 143 (lignes 14-15)	de fer doux	de fer magnétique
P. 147 (ligne 35)	E E	E F
P. 165 (ligne 12)	T	T'
P. 179 (légende)	trempant dans un godet de mercure	montés sur pointes et réglés magnétiquement
P. 182 (ligne 7)	Baron REINACH	Baron de REINACH
idem	*Société* du Panama	*Compagnie* du Panama
P. 184 (ligne 37)	physiologiques	physiologistes
P. 189	supprimer les lig. 21 à 25	
P. 223 (dernière ligne)	ad	in
P. 230 (ligne 14 et suiv.)	BROWN-SÉQUARD	BROWN-SEQUARD
P. 233 (ligne 10)	DALMER	DAIMLER
P. 235 (ligne 4)	*deux* ans	*un* an
P. 235 (ligne 6)	*29* janvier	*27* janvier
P. 266 (ligne 33)	de génération	du générateur
P. 288 (ligne 11)	Wurtsbourg	Wurtzbourg
P. 336 (ligne 17)	KAMERLINGH	KAMERLING
P. 370 (ligne 27)	KOBACK	KOBAK
P. 392 (ligne 16)	vacation	vacance
P. 428 (ligne 40)	Lord RALEIGH	Lord RAYLEIGH

N.-B. — Les flèches des figures 40 et 131 à 136 ont été *volontairement* orientées suivant le « sens électronique » vrai, inverse des vieilles « conventions classiques » de + à —.